

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Zvyšování OEE pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství

Increasing OEE Using Selected Industrial Engineering Methods

Student:

Bc. Tomáš Sečkář

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.

Ostrava 2018

## Zadání diplomové práce

Student: **Ing. Tomáš Sečkár**  
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství  
Studijní obor: 6208T116 Průmyslové inženýrství  
Téma: **Zvyšování OEE pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství**  
**Increasing OEE Using Selected Industrial Engineering Methods**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Teoretická východiska zadané problematiky.
2. Analýza současného stavu výrobního procesu.
3. Identifikace problémových míst.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení návrhů a přínos pro podnik.

Seznam doporučené odborné literatury:


ČSN ISO 690 (01 0197) Informace a dokumentace: Pravidla pro bibliografické odkazy a citace informačních zdrojů. Praha: ÚNMZ, 2011, 40 s.  
SEKINE, Kenichi a Keisuke. ARAI. TPM for the lean factory: innovative methods and worksheets for equipment management. Portland, Or.: Productivity Press, c1998. ISBN 978-1-56327-191-5.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. Řízení výroby. 2., rozš. a dopl. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. ISBN 80-7169-955-1.  
KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. ISBN 80-247-0199-5.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová, Ph.D.**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018

  
Ing. Lucie Krejčí, Ph.D.  
vedoucí katedry



  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

#### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V práci jsem použil interní údaje nejmenované společnosti s jejichž zpracováním a zveřejněním podnik souhlasí.

V Ostravě dne 21. května 2018.



Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem se vědom, že na tuto moji závěrečnou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на ве́домі́, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou diplomovou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této diplomové práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на ве́домі́, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato diplomová práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 21. května 2018.

Podpis autora práce

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Tomáš Sečkář

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Partutovice 138, 753 01 Hranice



## ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

SEČKÁR, T. *Zvyšování OEE pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství: diplomová práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2018, 104 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Monitorování efektivity strojů je součástí metodologie managementu produktivity výrobních zařízení, kde je sběr správných dat a informací klíčovým. Představení společnosti, její hodnoty, přístup k životnímu prostředí a společenská odpovědnost napovídá o významnosti jejího výrobního systému. Ten shrnuje principy a nástroje pro zlepšování procesů nejen ve výrobě. Analýza současného stavu dále popisuje projektový tým a specifikuje zařízení, které jsou předmětem zvyšování jejich efektivity. Celý projekt je řízen pomocí metody DMAIC, která definuje cíle, sběr dat potřebných pro analýzu, návrh řešení a kontrolu provedených změn. Analyzovaná data jsou zpracována pomocí vhodných metod průmyslového inženýrství. Implementace opatření ukazuje nárůst efektivity zařízení a je podpořena plánovanými změnami pro její podporu. Cílem je vždy neustálé zlepšování procesů a zvyšování efektivity zařízení se vztahem k zaměstnancům a životnímu prostředí.

## ANNOTATION OF MASTER THESIS

SEČKÁR, T. *Increasing OEE Using Selected Industrial Engineering Methods: Master Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2018, 104 p. Thesis head: Schindlerová, V.

Machine efficiency monitoring is a part of the Total Productivity Management, where the right data collection and information is the key. Getting to know the company, its values, attitude to the environment and a social responsibility indicate the significance of its production system. It summarizes the principles and tools for an improvement of the process not only in production. The analysis of the current state is described by the project team and specifies devices that are subjected to increasing their effectiveness. The whole project is managed using the DMAIC method, which defines objectives, data collection needed for the analysis, proposes solutions and controls the changes made. The analysed data are processed using suitable industrial engineering methods. The implementation of measures shows an increase in the efficiency of the facility and it is also supported by planned changes. The goal always is to continually improve processes and to increase the efficiency of the equipment in a relation to employees and the environment.

# Obsah

Seznam použitých značek a symbolů .....	7
Úvod .....	10
1 Teoretická východiska zadané problematiky .....	11
1.1 TPM – Management produktivity výrobních zařízení.....	11
1.2 Neustálé zlepšování pomocí metodiky DMAIC .....	21
2 Představení společnosti .....	25
2.1 Společnost v České republice.....	29
3 Výrobní systém společnosti .....	31
3.1 MTM – analýza a měření práce .....	36
3.2 Prokon – konstrukce odladěná výrobou .....	38
3.3 VSM (Value Stream Mapping) MAPA .....	40
3.4 5S – pořádek a organizace na pracovišti .....	44
3.5 SMED .....	47
3.6 OEE – celková efektivita zařízení .....	51
3.7 Neustálé zlepšování .....	53
3.8 Výpočet využití zařízení dle směrnice společnosti .....	56
4 Analýza současného stavu výrobního procesu .....	63
4.1 Projektový tým pro přední sedadlové systémy .....	63
4.2 Specifikace svařovacích zařízení.....	65
5 Řízení projektu pomocí metody DMAIC.....	68
5.1 Definování (Define).....	68
5.2 Měření (Measure) .....	69
5.3 Analýza a zlepšení (Analyse and Improve).....	72
5.4 Kontrola (Control) .....	84
6 Plánované změny pro podporu zvyšování OEE .....	94
7 Přínos pro podnik a závěr.....	96
Seznam použité literatury .....	98

## Seznam použitých značek a symbolů

$A_N$	Využití zařízení	[%]
$L_F$	Výkon	[%]
$Q_F$	Kvalita	[%]
$t_m$	Doba taktu zařízení	[min]
$T_A$	Krátkodobé prostoje z nevyužití kapacit	[min]
$T_B$	Doba obsazenosti	[min]
$T_{Ges}$	Teoretický maximální dostupný čas	[min]
$T_N$	Doba využití	[min]
$T_{NB}$	Doba neobsazenosti	[min]
$T_{NN}$	Čistá doba využití	[min]
$T_{NP}$	Čistý produktivní čas	[min]
$T_O$	Organizační prostoje	[min]
$T_R$	Prostoje – čas změny, interní doba pro nastavení zařízení nebo výměnu nástrojů (přezbrojení)	[min]
$T_T$	Technické prostoje	[min]
$T_W$	Prostoje způsobené údržbou	[min]
$V_F$	Dostupnost	[%]
5S	Metodika pro pořádek na pracovišti	
DMAIC	Define, Measure, Analyse, Improve, Control – definovat, měřit, analyzovat, zlepšovat, kontrolovat (přístup k řešení problému)	
EMS	Environmental Management System – řízení společnosti zaměřené na ochranu životního prostředí	
EOLT	End of Line Tester – konečné testování (označení pracoviště)	
FIFO	First In First Out – první dovnitř, první ven (způsob organizování, manipulace a prioritizace pohybu materiálu, dat, atd.	
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis – analýza možného výskytu a vlivu vad	
IBK	Industriebaukasten – průmyslová stavebnice	
KLT	Malý plastový box pro přichystání vstupního materiálu	
KVP	Kontinuierlicher Verbesserungs-Prozess (angl. CIP – Continuous Improvement Process) – kontinuální zlepšování procesů	

LCIA	Low Cost Intelligent Automation – rozvoj principů nízkonákladové automatizace v podniku
MES	Manufacturing Executive System – systém pro automatický sběr dat v reálném čase
MS2	Projektový tým
MTM	Methods Time Measurement – analýza a měření práce
NEE	Net Equipment Effectiveness
OEE (CEZ)	Overall Equipment Effectiveness – celková efektivita zařízení
OEM	Original Equipment Manufacturer – výrobce zařízení (konečný zákazník)
pph	Parts per Head – počet vyrobených dílů na operátora
PDCA	Plan, Do, Check, Act – plánuj, dělej, hodnot' výsledky, konej (koloběh neustálého zlepšování)
PEP	Produktentstehungsprozess (Product Engineering Process), proces vzniku výrobku, který popisuje všechny fáze, které jsou potřebné pro provedení zákaznického projektu
RFT	Right First Time – počet výrobků vyrobených napoprvé
SAP	Podnikový informační systém
SMED	Single Minute Exchange of Dies – tzv. výměna nástroje během jedné minuty
TEEP	Total Effective Equipment Productivity – totální efektivnost zařízení ve vztahu k teoretické maximální době v daném období
TIM	Total Integrate Maintenance – totálně integrovaná údržba
TMU	Time Measurement Unit – časová jednotka používaná u MTM analýzy (1 hodina = 100 000 TMU)
TMU	Time Measurement Unit – časová jednotka pro MTM analýzu (1 hodina = 100 000 TMU)
TPM	Total Productive Maintenance, Total Productive Management, Total Productivity Management, Total Productive Equipment Management – management produktivity výrobních zařízení, totálně produktivní údržba
TPS	Toyota Production System – Toyota výrobní systém
TPV	Technická příprava výroby
VSM	Value Stream Mapping – mapování toku hodnot
VSS	Výrobní systém společnosti

ZPS	Procesní postup zaznamenávání OEE
Basic Rules	Základní pravidla
Best Practice	Shrnutí vědomostí, poznatků a know-how shromážděných do souhrnu pravidel
Caddy	Pojízdná skříňka, kterou vlastní každý pracovník kanceláře, sloužící pro ukládání potřebných věcí a umožňuje, tak rychlý přesun
Clean Desk Policy	Koncept pořádku v kanceláři
Gemba	Požadavek aktivního střetnutí s výrobní úrovní
Just in Time	Výroba v množství a čase podle potřeb zákazníka
Kanban	Tzv. karta (výrobní průvodka), která má funkci objednávky
Lean Production	Štíhlá výroba, označována také jako Lean Manufacturing
Lessons Learned	Sdílení znalostí (integrovaný systém řízení kvality) – nástroj jak zabránit chybám pomocí efektivního a cíleného předávání informací a zkušeností
Maintenance Excellence	Excelentní údržba znamená, že nedochází k problémům s údržbou při nejnižších možných nákladech na údržbu
One Piece Flow	Tok jednoho kusu – zhotovení jednoho výrobku od začátku do konce bez meziskladování
Poka Yoke	Princip zabraňující tvorbě chyb
Přezbrojení	Výměna nástrojů a přípravků
Prokon	Softwarová aplikace pro výpočtové metody konečných prvků, strukturálních analýz a návrhů konstrukcí
Pull	Výroba řízená spotřebou

# Úvod

Jak jinak v dnešních dnech dosáhnout zisku? Jednou z podstatných možností je snižování nákladů, tzn. zefektivnění procesů nejen ve výrobě, ale i v kanceláři, např. při komunikaci. V automobilovém průmyslu toto platí dvojnásob. Tlak konkurence je nelítostný a zeštíhlování podniků nevyhnutelné. Jde o neustálý proces zlepšování, kdy se každé plýtvání počítá a to negativně. Zvyšování efektivity výrobních zařízení je klíčové, vždy se najde prostor k dalšímu a dalšímu zlepšení či optimalizaci daného procesu. Jde především o zvyšování produktivity a využití strojů, lidí a materiálu. Toto klade ale vysoké nároky na management z hlediska řízení a plánování výroby. Pro to nejlepší rozhodování je nutné mít informace o kritických místech ve výrobě. Je potřeba znát skutečné kapacity zařízení, úzká místa, prostoje a ztráty, které se vyskytují za různých podmínek. Velké podniky sériové a hromadné výroby za účelem standardizace definují své výrobní systémy, které shrnují principy, nástroje a metody pomáhající k ucelenému fungování procesů a firmy jako celku.

V této práci se jedná o zvyšování celkové efektivity vybraných zařízení, kde se pro řízení projektu neustálého zlepšování použila metodologie DMAIC. Na začátku je potřeba stanovit si reálný a měřitelný cíl. Dalším krokem je sběr dat a informací, ten je nejdůležitější. Pokud budeme mít špatné a zkreslené údaje, tak bude následná analýza nesprávná. V další fázi se definuje implementace zlepšení, která reaguje na problémy a nesrovnalosti odhalené v předešlém kroku. Pro ověření se provádí kontrola za určité období, tak aby bylo možné objektivně hodnotit provedené změny. Dále mohou probíhat další analýzy a zlepšení vedoucí k cíli a zefektivňování procesů a zařízení.

Jak prohlásil známý rakouský ekonom a spisovatel Peter Drucker:

*„Když něco nemůžete změřit, nemůžete to ani řídit.“*

Z toho vyplývá požadavek managementu na předkládání správných, jednoznačných a vizuálně zpracovaných dat a informací, podle kterých se musejí nejen členové vedení umět rozhodnout.

# 1 Teoretická východiska zadané problematiky

V tomto období nastává již další vlna tzv. zeštíhlování podniků, a to nejen v automobilovém průmyslu. Jsou to ale především automobilový výrobci, kteří vytváří tlak na své dodavatele, aby byly dokonce „štíhlejší“ než oni sami. Tématem této práce je zvyšování ukazatele OEE – Overall Equipment Effectiveness (celkové efektivity zařízení), jedná se právě o zeštíhlování výroby, z angl. lean manufacturing nebo také lean production, které je klíčovým při snižování nákladů, docílení konkurenceschopnosti a větší ziskovosti. Měření celkové efektivity zařízení vychází z managementu produktivity výrobních zařízení.

## 1.1 TPM – Management produktivity výrobních zařízení

Základním prvkem štíhlého a konkurenceschopného podniku je dosahování vysoké produktivity výrobních zařízení – TPM (Total Productive Maintenance, Total Productive Management, Total Productivity Management, Total Productive Equipment Management). Průměrné roční náklady podniků na údržbu strojů a zařízení představují asi 5 – 10 % jejich obratu. Samotná údržba není úplným konceptem této metodiky, proto pro zkratku TPM bude výhodnější používat definici pro management produktivity výrobních zařízení.<sup>1</sup>

Jak tvrdí Murphyho zákon: „co se může pokazit, to se také pokazí“.<sup>2</sup>

Metodika TPM směřuje k tomu, aby byli všichni výrobní pracovníci vedeni k aktivitám, které zamezí vzniku nehod, zmetků a minimalizují prostoje zařízení. TPM částečně zavrhuje paradigma rozdělení pracovníků, kteří obsluhují zařízení a pracovníků údržby, kteří jej opravují. Předpokladem je, že pracovník obsluhující stroj, má větší pravděpodobnost zachytit abnormality a předcházet možným budoucím poruchám na zařízení. TPM zjednodušeně říká: „Chraň si svůj stroj a starej se o něj vlastníma rukama.“ Co nejvíce diagnostických a údržbářských prací se přenáší přímo na výrobní pracovníky. Jsou to především činnosti jako, zlepšení pořádku na pracovišti, čištění strojů, jejich kontrola a další. Operátoři se také učí porozumět zařízení, které obsluhují. V praxi to znamená míru odpovědnosti vůči stroji, jako by jej pracovník vlastnil. Kromě pracovníků údržby a operátorů se do systému TPM zapojují další úseky, například z TPV – technické přípravy výroby.<sup>1</sup>

Hlavní iniciativu pro zavádění TPM musí vytvářet management podniku. Jde o překonání zvyků, které se léta používaly a jsou tak zakotveny v činnostech pracovníků. Je to například již zmíněné neporozumění zařízení, které pracovník obsluhuje. Údržba zařízení je totiž pouze v rukou údržby, která se stává nepřehlednou,

bez evidence práce a spotřeby materiálu. Většinou jsou údržbáři zahlceni opravou poruch ve výrobě, vykazují přesčasy a požadují další pracovníky. Na obrázku 1 jsou znázorněny základní prvky TPM.<sup>1,3</sup>



**Obrázek 1 – Základní prvky TPM<sup>1</sup>**

Produktivitu výrobního zařízení je v první řadě možné zvýšit eliminací přerušování práce (prostojů). Přerušení z důvodu klasické údržby vzniká většinou pro odstranění poruchy na zařízení. TPM zasahuje také do oblasti ztrát na zařízení, jako jsou například zbytečně dlouhé časy na výměnu nástrojů a přípravků (tzv. přezbrojení) nebo práce při nižších průběžných časech výroby.<sup>1</sup>

Metodika TPM používá pět základních činností pro eliminaci přerušování práce výrobního zařízení:

- Zajištění a používání optimálních podmínek pro práci na zařízení (čištění, mazání, utahování šroubů, apod.).
- Dodržování předepsaných provozních podmínek.
- Včasná diagnostika a obnova poškozených prvků.
- Odstraňování konstrukčních nedostatků na zařízení.
- Optimalizace schopnosti pracovníků (obsluhy, diagnostiky a údržby zařízení).<sup>1</sup>

Charakteristika jednotlivých prvků metodiky TPM je uvedena v tabulce 1.



**Tabulka 1 – Charakteristika prvků TPM<sup>3</sup>**

<b>Prvek TPM</b>	<b>Hlavní cíle</b>	<b>Hlavní kroky</b>	<b>Spoluúčast</b>
Informační systém a systém údržby	Monitorování výrobního procesu a procesu údržby v reálném čase, předpověď údržbářských prací, optimalizace nákladů na provoz a údržbu, statistické vyhodnocování procesů.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zdokonalování systému údržby</li> <li>• Strategie údržby</li> <li>• Sběr a správa údajů</li> <li>• Náklady</li> <li>• Plánování a řízení údržby</li> <li>• Analýzy a statistiky</li> <li>• Management náhradních dílů</li> <li>• Monitorování</li> <li>• Komunikace</li> </ul>	IT, údržba, výroba, plánování výroby, management
<b>Zvyšování celkové efektivity zařízení (OEE)</b>	Maximalizace produktivity zařízení, sledování a redukce ztrát z kapacity zařízení.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikace hlavních ztrát kapacity zařízení</li> <li>• Výběr zařízení pro sledování OEE</li> <li>• Metodika výpočtu OEE</li> <li>• Sledování a vyhodnocení OEE</li> <li>• Systematické zvyšování OEE</li> </ul>	Výroba, údržba, plánování výroby, management, IT
Autonomní péče o zařízení	Operátor svému zařízení rozumí, stará se o něj, diagnostikuje, čistí, maže, opravuje drobné poruchy a spolupracuje s údržbou při větších závadách. Údržbáři jsou oprostěni od každodenní operativy.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Úvodní čištění a analýza abnormalit</li> <li>• Zjednodušení čištění a kontroly</li> <li>• Standardy pro čištění a mazání</li> <li>• Péče operátory o zařízení</li> <li>• Rozdělení činností operátora a pracovníka údržby</li> <li>• Výrobní tým zajišťuje autonomní údržbu</li> <li>• Vizualizace autonomní údržby</li> <li>• Interní audity</li> </ul>	Výrobní týmy, údržba, management
Plánovaná údržba	Údržba se věnuje budování systému údržby, plánované údržbě a optimalizaci nákladů na údržbu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodické prohlídky a údržba</li> <li>• Prediktivní údržba</li> <li>• Prodloužení životního cyklu zařízení</li> <li>• Práce s náhradními díly</li> <li>• Analýza poruch</li> <li>• Zvyšování spolehlivosti zařízení</li> <li>• Optimalizace procesů údržby</li> </ul>	Týmy údržby, plánování výroby
Vzdělávání a tréninky pracovníků	Zvýšení zručnosti a kvalifikace operátorů a údržbářů.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tréninky TPM</li> <li>• Techniky prediktivní údržby</li> <li>• Diagnostika</li> <li>• Údržbářské dovednosti</li> <li>• Řešení problémů a moderování workshopů</li> <li>• Zlepšování procesů</li> <li>• SMED – rychlá výměna nástrojů</li> <li>• Nástroje kvality</li> </ul>	Operátoři, údržbáři
Plánování pro nové zařízení a díly	Vyšší spolehlivost zařízení, lepší udržitelnost zařízení, štihlá zařízení, stabilní provoz zařízení po instalaci.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalog požadavků pro konstrukci štíhlých strojů</li> <li>• Sběr a analýza zkušeností od obsluhy a údržby</li> <li>• Sledování nákladů na životní cyklus zařízení</li> <li>• FMEA analýza</li> <li>• Předpokládání možných problémů</li> <li>• Návrh zařízení s novou technologií</li> <li>• Technické specifikace na nové stroje a náhradní díly</li> <li>• Spolupráce údržby při plánování investic</li> </ul>	TPV, údržba, investiční plánování, kontrola, výrobní management

Rozdělení činností jednotlivých oddělení podniku při budování TPM je znázorněno v tabulce 2.

**Tabulka 2 – Rozdělení činností při budování TPM<sup>1</sup>**

Údržba	Výroba
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definování metodiky TPM</li> <li>• Podpora operátorů zařízení při zavádění autonomní údržby</li> <li>• Informační systém údržby</li> <li>• Budování systému údržby – kategorie zařízení, periodická, preventivní, prediktivní, plánovaná, diagnostická údržba, údržba po poruše apod.</li> <li>• vzdělávání pracovníků v oblasti údržby</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Každodenní péče o zařízení (čištění, mazání, kontrola, diagnostika, drobné opravy)</li> <li>• Optimalizace zařízení</li> <li>• Sledování a analýza OEE</li> <li>• Zvyšování OEE – zkracování časů přestavby, organizace práce, redukce nekvality, systémy Poka-Yoke</li> <li>• Zvyšování kvalifikace v péči o zařízení</li> </ul>
Technická příprava výroby, vývoj	Management
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spolupráce při vývoji zařízení a náhradních dílů – štíhlá zařízení</li> <li>• Spolupráce při technickém zlepšování zařízení – rychlé přestavení, lepší udržitelnost, zabránění vzniku znečištění apod.</li> <li>• Spolupráce při nákupu nových zařízení</li> <li>• Rozvoj principů nízkonákladové automatizace v podniku – LCIA (Low Cost Intelligent Automation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definování a monitorování rozvoje strategie štíhlého podniku a TPM</li> <li>• Definování cílů projektu TPM</li> <li>• Sledování a případné korigování průběhu projektu TPM</li> <li>• Podpora implementace TPM – časový prostor, školení, rozpočet, komunikace a řešení kompetencí mezi útvary</li> <li>• Schvalování investic</li> <li>• Odměňování a motivace pracovníků</li> </ul>

Záměrem metodiky TPM je delegování úkolů údržby do výrobních týmů. Nevýhodou nebo rizikem však může být

- ztráta know-how,
- zvýšení zásob náhradních dílů,
- ztráta pružnosti při krizových situacích.

V praxi je běžné vzdálené umístění oddělení údržby od výroby, a to nejen pozičně, ale i přístupem k práci a myšlením. Na druhé straně jsou operátoři zařízení, kterým často nezáleží na jejich stavu. Zadávaní úkolů z údržby do výroby probíhá postupně a je doprovázeno školením a výcvikem výrobních pracovníků. Často bývají organizovány i tzv. **údržbářské kroužky**, jejichž cílem je zlepšení stavu výrobních zařízení, odstranění nesrovnalostí mezi údržbou a výrobou, zapojení operátorů do činností údržby a opačně.<sup>1</sup>

Principy práce údržbářských kroužků jsou například:

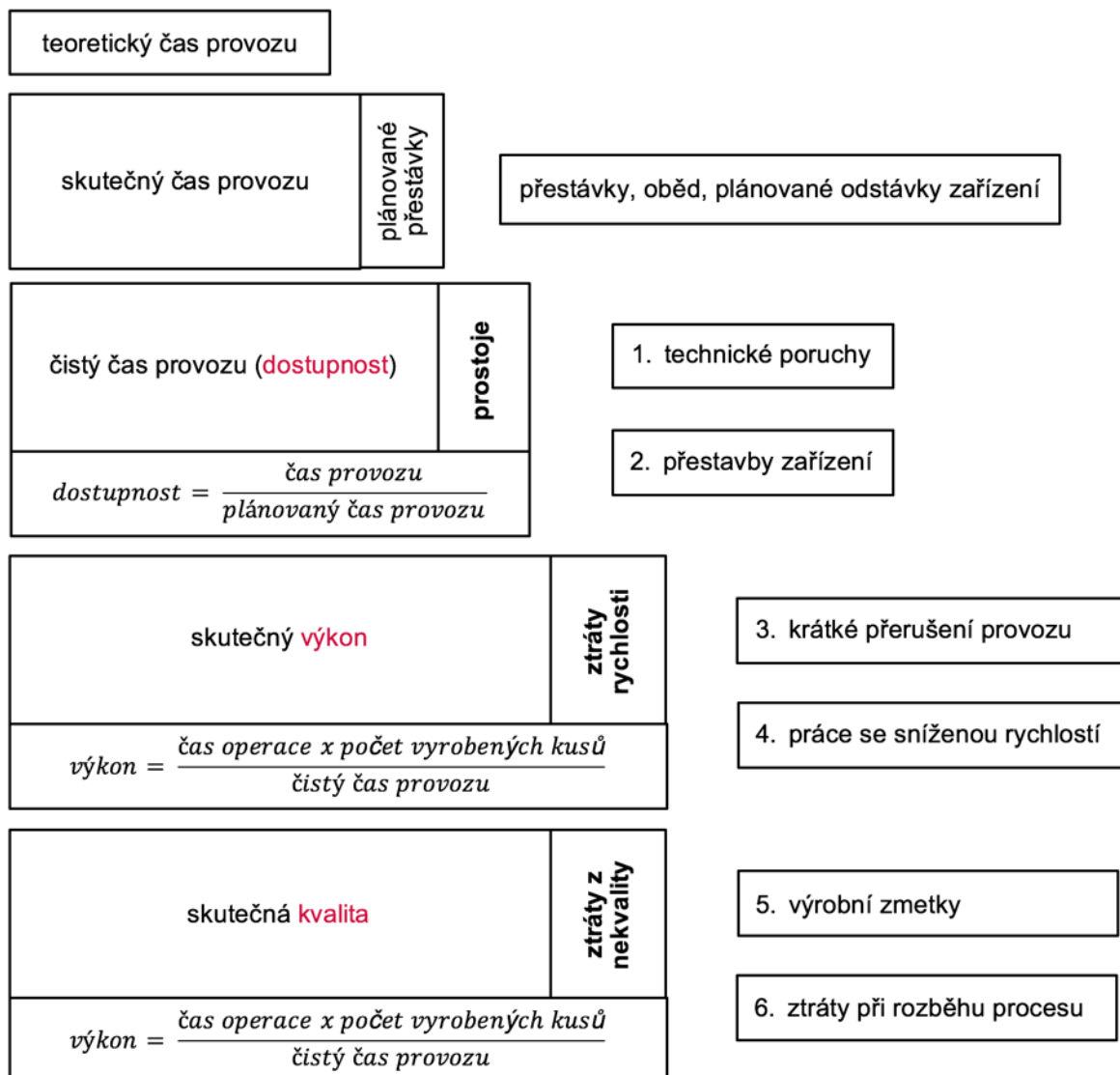
- Malé smíšené skupiny dělníků, mistrů, údržbářů, případně pracovníků z TPV (tým 4 až 10 lidí pod vedením moderátora).
- Dobrovolná účast.
- Trvání maximálně 90 minut v rámci pracovní doby.
- Maximálně 5 schůzek na jedno téma.
- Téma definuje zodpovědný manažer.<sup>1</sup>

Jedním z nejvíce řešených témat je způsob výpočtu koeficientu celkové efektivnosti zařízení OEE (CEZ – celková efektivita zařízení). Pro dosažení přesných dat je klíčový právě způsob jejich sběru. Nejpoužívanější princip stanovení OEE je znázorněn na obrázku 2. Některé podniky sledují také ukazatele NEE (Net Equipment Effectiveness) nebo TEEP (Total Effective Equipment Productivity), které jsou popsány ve výpočtu níže.<sup>2</sup>

Pro sledování výše zmíněných ukazatelů je třeba si uvědomit:<sup>3</sup>

- Některé podniky mají tendenci vykazovat co nejvyšší hodnotu efektivnosti nebo produktivity zařízení. Znamená to, že v metodice výpočtu času provozu zařízení není započten čas plánovaných přestaveb, oprav, technologicky nutných ztrát nebo jiných časových ztrát. Management podniku je tímto spokojen s efektivností svých zařízení, ale vědomě si zakrývá možnosti redukce časových ztrát. Také může vznikat iluze přetížení nebo nedostatku kapacit při zvyšování požadavků na výrobu.
- Metodika výpočtu OEE by neměla být převzata z literatury nebo jiných podniků, ale měla by být upravena dle požadavků, které firma sleduje. Platí také jednoduchost, přehlednost a rychlost před zbytečnou přesností, složitostí a pracností celého systému sběru a výpočtu dat. Některé podniky také sledují i logistické prostoje nebo prostoje způsobené nepřítomností pracovníka na pracovišti apod. Vše závisí na tom, co je cílem sledování OEE.
- Spoustu podniků vyhodnocuje OEE bez jeho zvyšování. Je potřeba si uvědomit zda sběr těchto dat má vůbec smysl, jestliže se používají pouze pro hodnocení a dokladování OEE při auditech nebo manažerských poradách. Sběr, vyhodnocování, vizualizace a následná opatření na zvyšování OEE musí být řízeným procesem s jednoznačným cílem systematického zvyšování efektivnosti zařízení.
- Je potřeba sledovat ukazatel OEE na všech zařízeních? Při zamyšlení lze konstatovat, že proces zvyšování OEE by se měl zaměřit pouze na úzká místa nebo na zařízení, která jsou nestabilní, mají vysokou poruchovost, vykazují nekvalitu a variabilitu procesu.
- Sběr potřebných dat pro výpočet OEE je klíčový a někdy také problematický. Výrobní pracovníci totiž často zkreslují informace a vstupní data se tak stávají nepřehlednými. Při sledování OEE je zapotřebí správně definovat celý projekt, tak aby se nehledali viníci a odkryly se rezervy, pro jejich systematické odstraňování. Někdy je výhodnější sledovat ukazatele NEE nebo TEEP než OEE. Při porovnávání jednotlivých provozů nebo závodů podle těchto koeficientů, je potom třeba sjednotit metodiku jejich výpočtu.

$$\text{OEE} = \text{dostupnost} \times \text{výkon} \times \text{kvalita}$$



**Obrázek 2** – Výpočet ukazatele celkové efektivity zařízení OEE<sup>1</sup>

### Výpočet OEE, TEEP a NEE<sup>1</sup>

#### **OEE – Overall Equipment Effectiveness**

brutto efektivnost zařízení (CEZ – celková efektivnost zařízení)

= dostupnost x výkon x kvalita

#### **TEEP – Total Effective Equipment Productivity**

= stupeň využití x brutto efektivnost zařízení (OEE)

#### **NEE – Net Equipment Effectiveness**

netto efektivnost zařízení

= provozní dostupnost x výkon x kvalita

**Plánovaná dostupnost [%]**

= (dostupný čas provozu/skutečný čas provozu) x 100

**Provozní dostupnost [%]**

= [(dostupný čas provozu – poruchy)/dostupný čas provozu] x 100

**Výkon [%]**

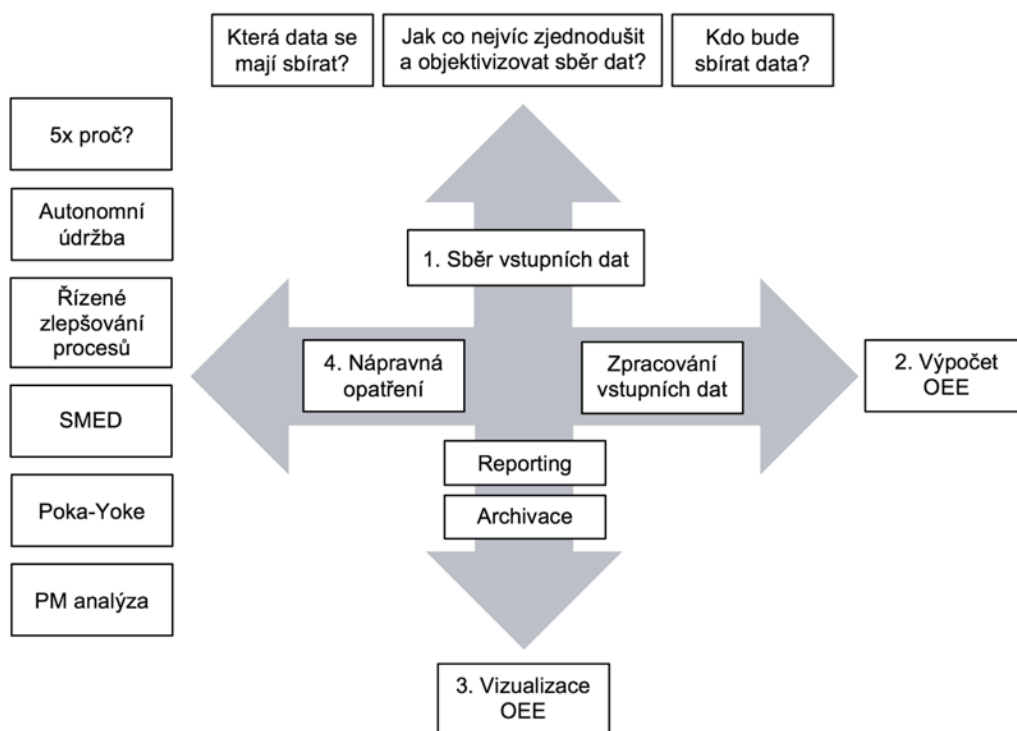
= [(čas operace x počet kusů)/čistý čas provozu] x 100

**Kvalita [%]**

= [(počet kusů – počet zmetků)/počet kusů] x 100

Postup sběru a vyhodnocování OEE je znázorněn v matici na obrázku 3, k tomuto účelů se používají různé postupy jako například

- ruční sběr a zpracování (tabulky, formuláře),
- poloautomatický sběr (terminály, speciální zařízení pro sběr dat, kódy prostojů, logické kontroly, offline automatické vyhodnocování v informačním systému),
- automatický sběr v reálném čase, např. s pomocí systémů MES (Manufacturing Executive System) a jejich automatické online vyhodnocování s možností optimalizace procesu.<sup>1</sup>

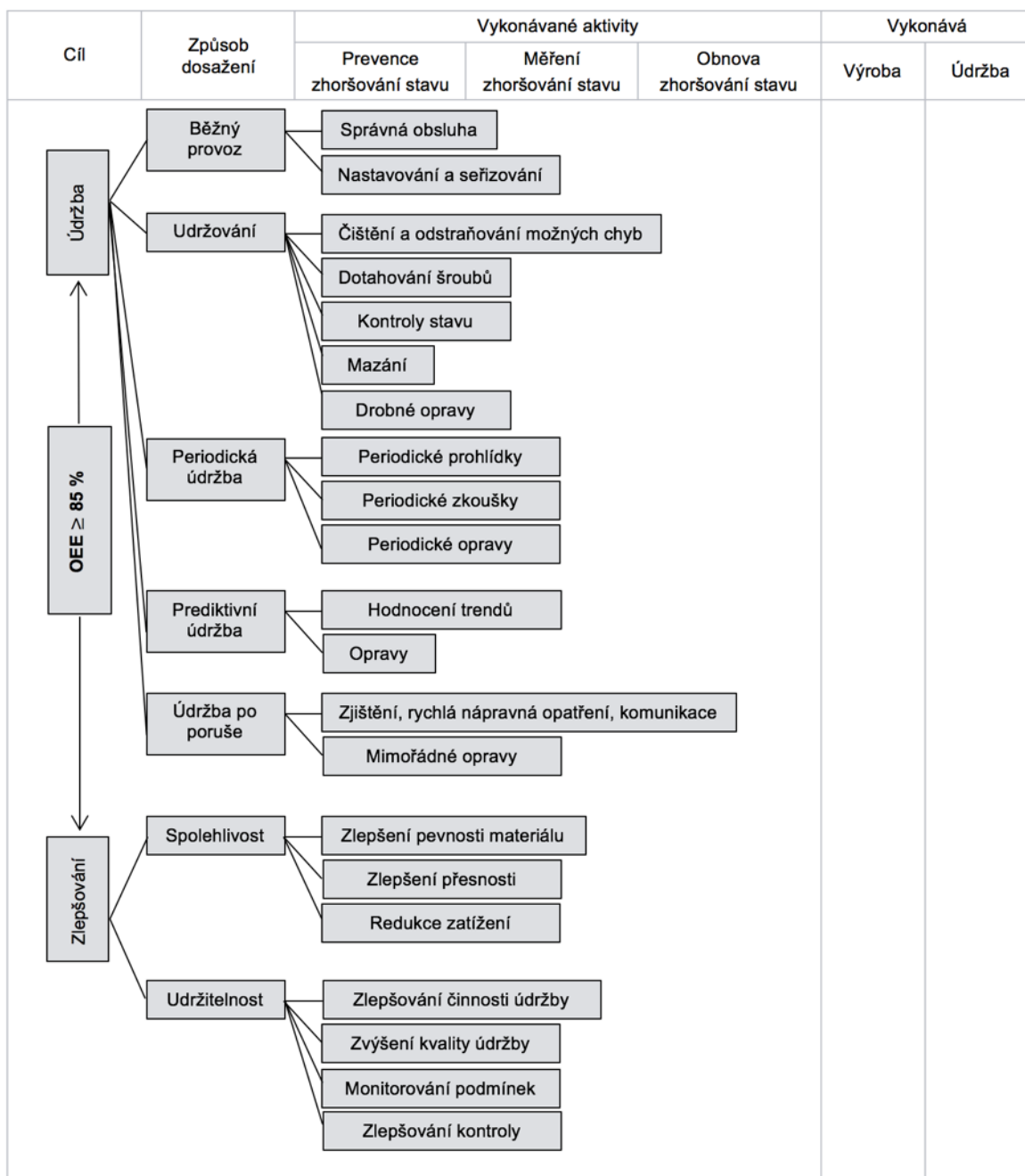


**Obrázek 3 – Sledování a zvyšování OEE<sup>1</sup>**

Metodika TPM závisí především na lidech, jejich postojích a schopnostech. První kroky zavádění TPM by měly být zaměřeny právě na rozvoj schopností operátorů a postupné zvyšování OEE. U obsluhy zařízení by management měl rozvíjet některé z následujících schopností:

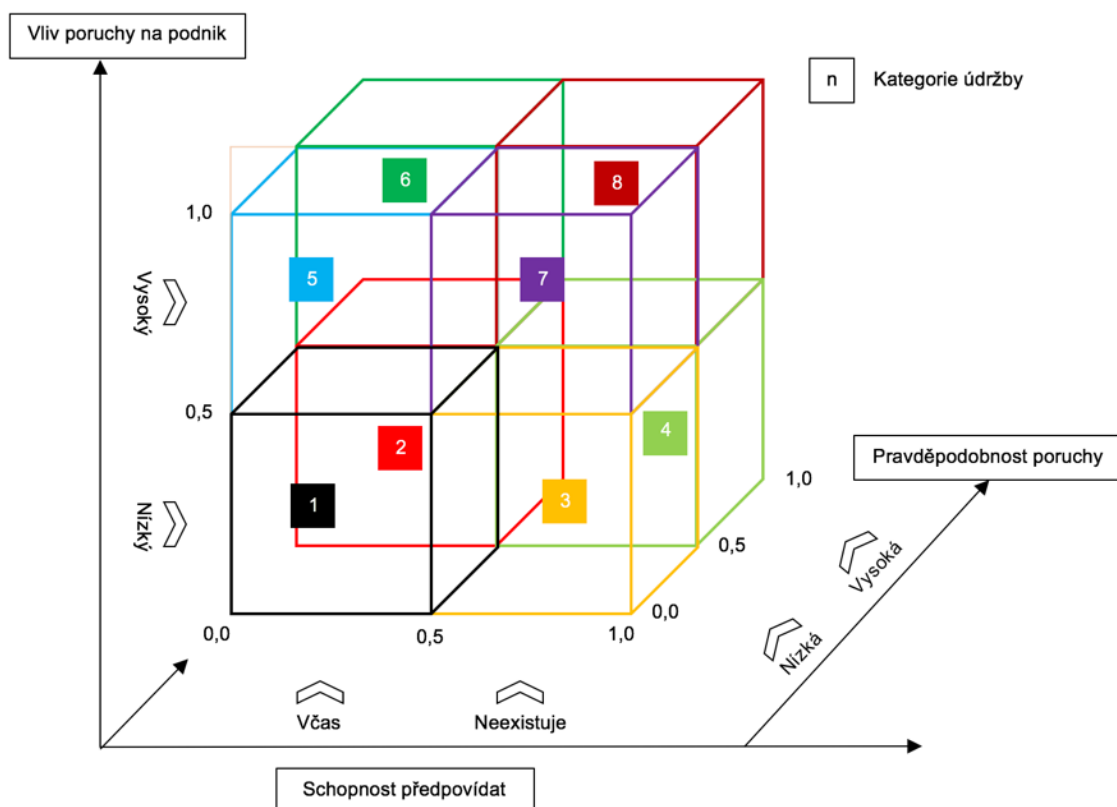
- Schopnost objevit a případně odstranit abnormality na zařízeních, ale nejlépe jim předejít, dále schopnost zlepšovat
  - správné mazání stroje (způsob a kontrola mazání),
  - zlepšování procesu na zařízení,
  - zlepšování postupu údržby (rychlá detekce, zabraňování vzniku abnormalit).
- Schopnost porozumět funkcím zařízení a hledat příčiny abnormalit,
  - vědět co při kontrole hledat,
  - používat správná kritéria při rozhodování o abnormalitách,
  - porozumět vztahům mezi specifikovanou abnormalitou a její příčinou,
  - vědět, kdy je potřeba zařízení odstavit,
  - umět diagnostikovat příčiny některých poruch.
- Schopnost porozumět vztahu mezi zařízením a kvalitou, schopnost předvídat možné problémy a jejich příčiny,
  - umět provést analýzu problému,
  - znát závislost mezi stavem zařízení a kvalitou výrobku,
  - znát toleranční rozsahy a vědět jak je změřit,
  - porozumět příčinám chyb kvality.
- Schopnost opravovat,
  - výměna náhradních dílů,
  - znalost předpokládané životnosti jednotlivých částí stroje,
  - schopnost dedukovat příčiny poruch,
  - schopnost aktivně pomáhat při větších opravách zařízení.

Rozvoj těchto schopností nepříjde hned a musí se na nich postupně pracovat, jsou základem dobře implementovaného a fungujícího TPM. Rozvoj těchto schopností a zodpovědnosti výrobního úseku je dobré definovat pomocí rozhraní mezi výrobou a údržbou (obrázek 4).<sup>1,3</sup>



**Obrázek 4** – Definování rozhraní mezi výrobou a údržbou<sup>1,3</sup>

Při definování schopností a úkolů pro pracovníky výroby a údržby nastává otázka: Co bude tedy náplní údržbářů? Hlavním úkolem údržbářů je systém a strategie údržby (obrázek 5), optimalizace procesů údržby a její náklady, plánování, vykonávání preventivních činností údržby a předpovídání rizik. Údržba má tedy optimalizovat provozuschopnost výroby při optimálních nákladech.<sup>1</sup>



Kategorie	Strategie údržby
1	Po poruše
2	Po poruše, (TPM, zlepšování)
3	Po poruše
4	Po poruše, (TPM, zlepšování)
5	Preventivní podle stavu
6	Preventivní podle stavu (vyšší frekvence, zlepšování)
7	Údržba podle časových plánů
8	Údržba podle časových plánů (vyšší frekvence, zlepšování)

**Obrázek 5 – Princip definování strategie údržby<sup>1</sup>**

**Typické přínosy implementace TPM** jsou například:

- Zvýšení OEE o 20 – 30 % (závisí na typu technologií a výroby). Špičkové hodnoty se pohybují okolo 85 – 90 %.
- TPM také přináší systematické řešení příčin problémů, které se z nějakých důvodů neprojeví a nebyly řešeny. Dochází také k zvýšení pružnosti redukce časů přestaveb strojů a linek, nebo zvýšení stability procesu zjišťování nekvalit.
- Redukce poruchovosti o 50 – 80 %.
- Redukce víceprací vzniklé opravou zmetků o 50 – 70 %.
- Obrovské úspory u nových investic, které byly efektivnější již při jejich vzniku.
- Redukce nákladů na náhradní díly a snížení jejich zásob.
- Minimalizace rizik výpadků klíčových zařízení při optimálních nákladech na údržbu.<sup>1</sup>



## **Náklady spojené se zavedením systému TPM**

Při zavádění systému TPM je potřeba počítat s náklady na přípravu projektu a na změnu nebo úpravu systému řízení této metodiky. V implementační fázi jsou to náklady na:

- **Zpracování projektu zavedení systému TPM**

Při plánování projektu implementace TPM je potřeba znát všechny procesy, kterých se změna bude týkat. Jsou to především výrobní, personální a ekonomické úseky. Pro zpracování realizačního projektu je možné využít podnikové, ale i částečně externí pracovníky.

- **Zabezpečení TPM pomocí vnitropodnikových systémů**

Pro zavedení informačního systému (TIM – Total Integrate Maintenance) pro podporu TPM není vždy potřeba měnit systém, v mnoha případech stačí rozšířit a plně využít již stávající. Hlavním kritériem řízení TPM je zavedení nebo již zmíněné rozšíření vhodného ERP systému (např. SAP, Oracle, Helios, IFS) a především jeho naplnění datovou základnou.

- **Školení a trénink metodiky TPM**

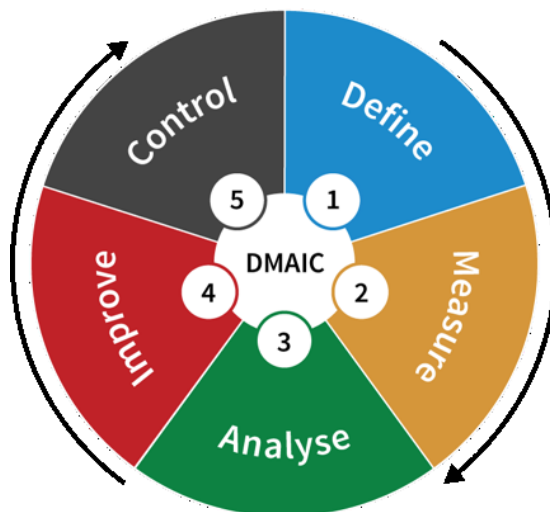
Je zapotřebí seznámit všechny pracovníky se systémem TPM a jeho integrací. Tam kde se metodologie TPM zavádí poprvé, lze předpokládat velkého úsilí věnovaného právě změně přístupu k práci.<sup>4</sup>

## **1.2 Neustálé zlepšování pomocí metodiky DMAIC**

Nejčastěji používanou metodikou zlepšování je DMAIC, založená na přístupu k řešení problémů. Vychází z principu Demingova PDCA cyklu. V tomto koloběhu je neustálé zlepšování charakterizováno čtyřmi kroky: Plan – Do – Check – Act (Plánuj – dělej – hodnot' výsledky – konej).

Pro již stávající procesy je účelné použít právě metodu DMAIC, která je charakterizována pěti cyklovými kroky (obrázek 6). Model je zaměřen na zlepšování kvality, to znamená na odhalení a odstranění příčin vzniku vad. Lze tvrdit, že je modelem pro redukci příčin, které vedou ke vzniku vad, ale až po jejich výskytu.<sup>5</sup>

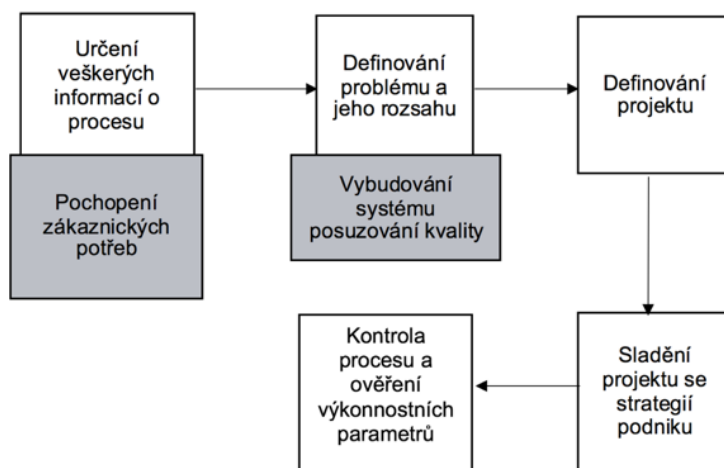
- 1) **Define** – definovat
- 2) **Measure** – měřit
- 3) **Analyse** – analyzovat
- 4) **Improve** – zlepšovat
- 5) **Control** – kontrolovat



**Obrázek 6** – 5 cyklových kroků modelu DMAIC<sup>6</sup>

## Definovat

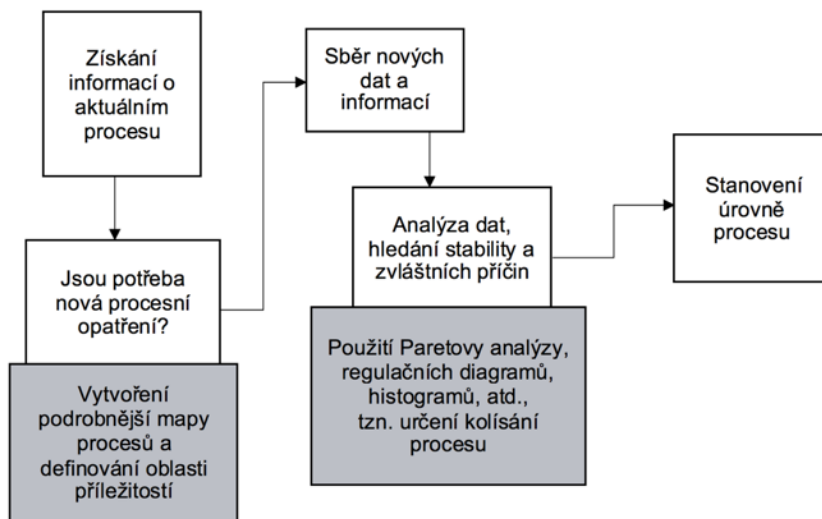
V této fázi je čas na mapování procesu. Tyto mapy poskytují pohled na aktuální proces a jeho veškeré činnosti. Obrázek 7 ukazuje, jak projekt prochází vývojem sběru informací, uvádí také klíčové faktory, které je třeba zvažovat.<sup>5</sup>



**Obrázek 7** – Proces definování a klíčové faktory<sup>5</sup>

## Měřit

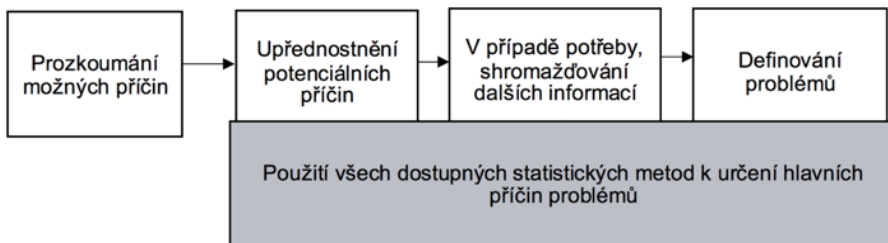
Organizované měření zaznamenává stav současného procesu a rozhoduje o tom, co se má zlepšit. V tomto okamžiku jsou také shromažďovány údaje o vadách a jejich možných příčinách. Tok fáze měření je znázorněn na obrázku 8. Fáze měření může poskytnout informace o tom, zda mají příčiny zvláštní nebo společnou povahu. To může pomoci v další fázi.<sup>5</sup>



**Obrázek 8** – Proces měření pro získání dat a informací o procesu<sup>5</sup>

## Analyzovat

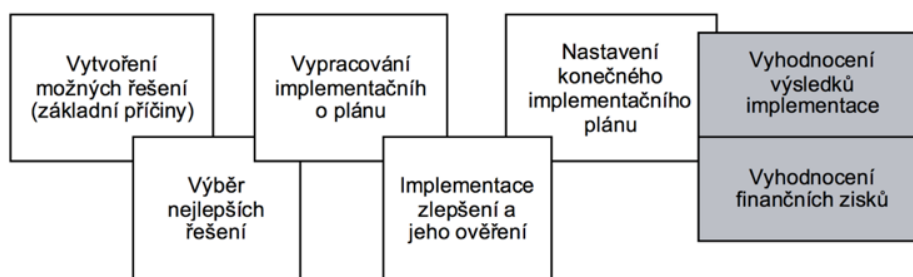
Analytická část poskytuje nástroje pro shromažďování dat k určení příčin problému, který byl definován v první fázi. Umožňuje najít základní příčiny problému. Průběh fáze analýzy je uveden na obrázku 9. Je zapotřebí se ujistit, že tým dostal dostatek času, aby shromáždil a analyzoval všechna data, aby určil, **kdy**, **kde**, **co** a **jak** ovlivňuje výkonnosti procesu.<sup>5</sup>



**Obrázek 9** – Proces jednotlivých fází analýzy<sup>5</sup>

## **Zlepšovat**

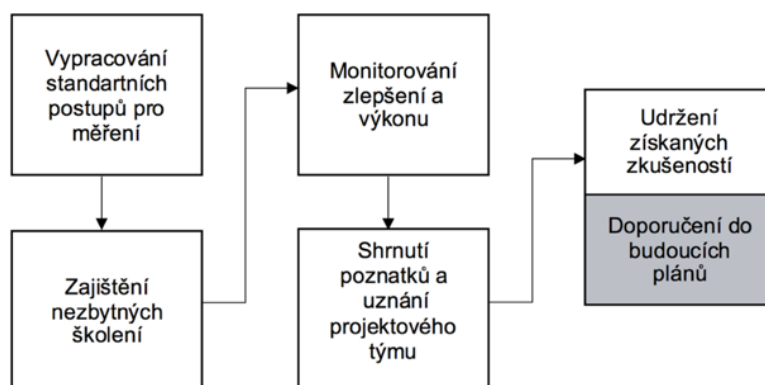
Fáze zlepšování určuje, která z mnoha dostupných řešení by měla být použita k vyřešení základních příčin problémů a rizik. Diagram na obrázku 10 podrobně popisuje některé kroky, které je třeba provést v této fázi.<sup>5</sup>



**Obrázek 10** – Proces jednotlivých fází zlepšování<sup>5</sup>

## **Kontrolovat**

Poslední fáze je kontrolní, která se používá ke ověření vylepšení, provedených v předcházejících fázích procesu. Obrázek 11 ukazuje tok kontrolní fáze.<sup>5</sup>



**Obrázek 11** – Proces fáze kontroly<sup>5</sup>

## 2 Představení společnosti

Podnik byl založena začátkem 20. století v Německu jako obchodní společnost dodávající doplňky pro tehdejší automobilový průmysl. Do současnosti je stále v rodinném vlastnictví. Prvním masově vyráběným produktem společnosti se stal standartní dvacetilitrový plechový kanystr.<sup>7</sup>



**Obrázek 12** – Dvacetilitrový kanystr<sup>7</sup>

Postupem času, s plněním vize zakladatele, se firma stala celosvětově úspěšnou společností s více než 25 000 zaměstnanců. Je pátým největším dodavatelem pro automotive ve svém segmentu. Je také zařazena mezi 40 světových dodavatelů automobilového průmyslu. Lze konstatovat, že komponenty společnosti jsou využity v každém druhém dnes vyrobeném osobním automobilu. Celá skupina působí ve 23 zemích z celého světa v asi 60 závodech.<sup>7</sup>

Dnes je předním dodavatelem nejmodernějších technologií v oblasti mechatronických systémů, pohonů a sedadlových systémů. Portfolio výrobků je znázorněno na obrázku 13.

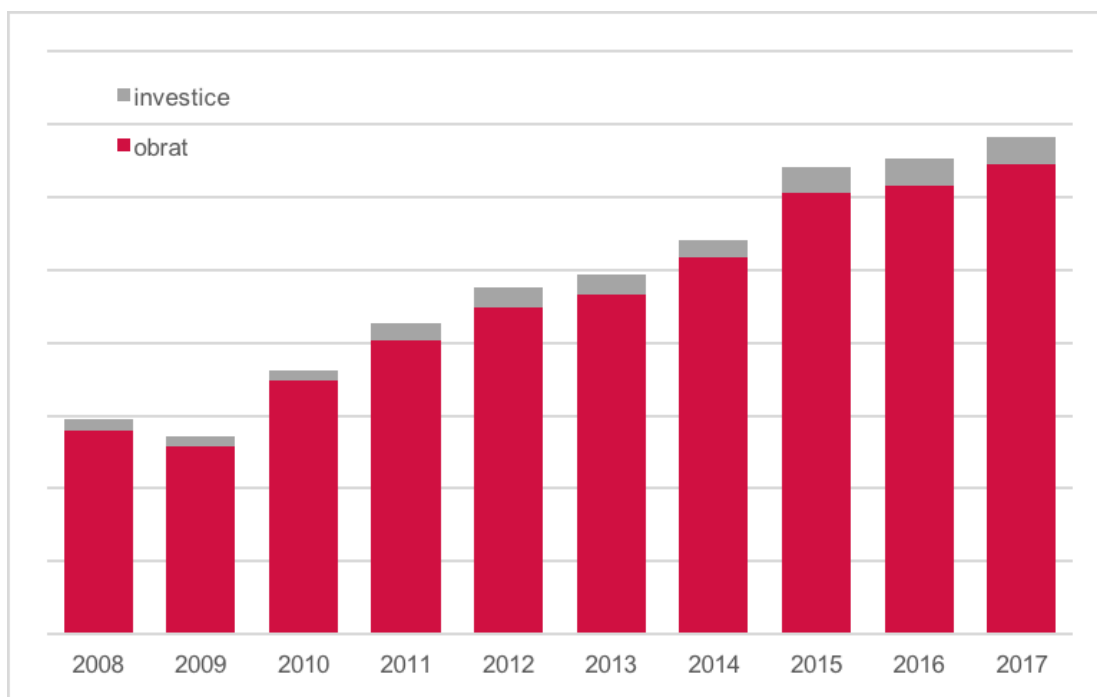


**Obrázek 13** – Ilustrace produktové řady společnosti<sup>8,9</sup>

Výroba společnosti je rozdělena do tří divizí podle sortimentu produktů na

- technologie dveří automobilů,
- polohovací systémy předních a zadních sedadel,
- elektromotory a pohony.<sup>7</sup>

Pro představu je ilustrace rozvoje společnosti vidět na obrázku 14. Plán roku 2017 předpokládal roční obrat přes 160 biliónů Kč a vynaložené investice ve výši necelých 10 miliard Kč.<sup>8</sup>



**Obrázek 14 – Rozvoj společnosti 2008–2017<sup>8</sup>**

### **Kodex obchodního chování**

Tento kodex společnosti obsahuje pravidla chování, závazné pro všechny zaměstnance skupiny na celém světě. Dále definuje standardy, na kterých je založeno etické chování společnosti, které má zajistit, aby jednání se spolupracovníky a obchodními partnery bylo provázáno vzájemným respektem, čestností a férovostí.

Celosvětový kodex chování firmy zohledňuje různé kultury a ideály všech zaměstnanců. Vyjadřuje také závazek podporovat jistou společenskou odpovědnost jako mezinárodní společnost v rodinném vlastnictví.<sup>7</sup>

### **Hodnoty skupiny**

Společníci, dozorčí rada a vedení společnosti se v souladu s cílem podávat prvotřídní výkony rozhodli definovat podnikové hodnoty, které jsou spjaté s rodinnými zájmy společnosti, inovativními technologiemi, respektem k zaměstnancům, kvalitou a týmovou prací.<sup>7</sup>

### **Korporátní design**

Vizuální identitu skupiny vyjadřuje korporátní design, který popisuje globální jednotu. Jasnost, systematický přístup, preciznost a transparentnost zdůrazňují vysokou technickou náročnost. Moderní, aerodynamická a účelová estetika se ztotožňuje s podnikovou identitou.

Je definován logo typ, druh používaného písma, systém barev, architektura a vizuální svět. Architektura a její transparentnost je základním principem jednoty. Systém barev se odráží i v interiérovém designu závodů na celém světě. Formálně působivá architektura fasád budov zdůrazňuje identitu společnosti, jako jsou například velká a systematicky rozčleněná okna kombinovaná s jednotným stříbrným designem fasád. Celý tento koncept otevřeného prostoru, jako „open space office“ (otevřené kanceláře), vytváří pocit otevřenosti a podporuje komunikaci.<sup>7</sup>



**Obrázek 15** – Ilustrace interiéru závodu<sup>7</sup>



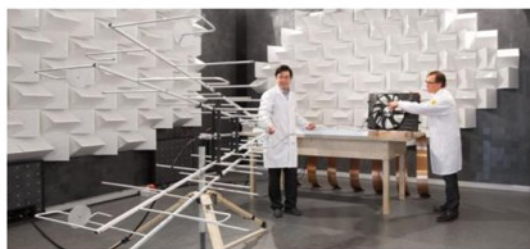
## **Inovativní vývoj produktů**

Každý desátý zaměstnanec pracuje na novém produktu nebo procesu.

**Celosvětová CAD síť**



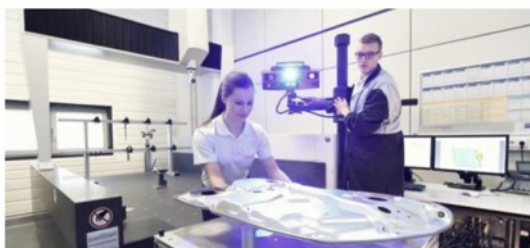
**Akreditované EMC test centrum**



**Crash test zařízení pro dveřní a sedadlové systémy**



**Sofistikované měřicí zařízení**



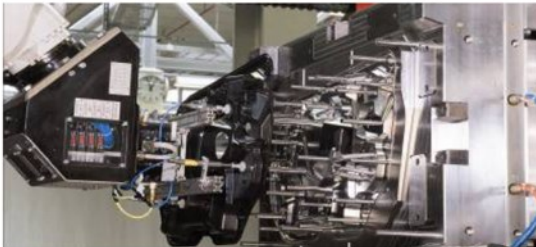
**Obrázek 16 – Ilustrace inovací ve vývoji produktů<sup>8</sup>**

## **Inovativní výrobní technologie** – klíč k úspěchu

**Lisování např. vodicích lišt sedadel**



**Vstřikovací lisý např. pro plastové dveřní systémy**



**Automatická výroba např. elektroniky**



**Technologie navíjení např. pro bezkartáčové pohony**



**Obrázek 17 – Ilustrace inovací ve výrobních technologiích<sup>8</sup>**

## **Společenská odpovědnost**

Společnost podporuje sport, kulturu, vzdělávání a sociální projekty pro podporu aktivní role při vytváření sociálního prostředí nejen mladých lidí.<sup>7</sup>



## 2.1 Společnost v České republice

Společnost působí v České republice od roku 2003 ve dvou lokacích. Ve výrobě, vývoji a administrativě je v současnosti závod v ČR největším komplexem skupiny s přibližně 3500 zaměstnanci. Dohromady zastupuje celé portfolio výrobků ve třech divizích. Je držitelem certifikátů ISO/TS 16949, CCC/TÜV, ISO 14001:2011 a ISO 50001. Společnost získala Národní cenu za společenskou odpovědnost a ocenění Společnosti podporující zdraví.<sup>7</sup>

**Tabulka 3** – Základní informace o závodu v České republice<sup>7</sup>

<b>Společnost v České Republice</b>
3500 zaměstnanců
<b>Produktové portfolio</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Polohovací systémy sedadel</li><li>• Elektromotory a pohony</li><li>• Technologie dveří automobilů</li></ul>

### Životní prostředí

Výrobní procesy závodu jsou přátelské k životnímu prostředí a její produkty jsou recyklovatelné. Ve společnosti vzniká stálost produktů s jejich vývojem. Systém řízení životního prostředí je založen na ISO 14001. Pro ekologičtější jízdu automobilu je kladen důraz na vývoj lehké struktury.

Společnost je v oblasti životního prostředí držitelem certifikátů

- Energy Management System (DIN ISO 50001:2011),
- Environmental Management System (DIN ISO 14001:2004),
- Guidelines for environment, energy and safety at work.

Skupina si je vědoma své odpovědnosti vůči udržitelnosti životního prostředí, a proto vydala směrnici pro životní prostředí, energii a bezpečnost práce. Dále jsou vydány informace co by měl každý zaměstnanec firmy o jejím vztahu k životnímu prostředí vědět, a to zásady ochrany životního prostředí, princip EMS (Environmental Management System) – řízení společnosti zaměřené na ochranu životního prostředí.<sup>8</sup>

## **Systém pro podávání zlepšovacích návrhů**

Ve společnosti funguje centrální systém pro zpracování a vyhodnocování zlepšovacích návrhů, včetně rozhodnutí a realizací odměn. Primárním cílem zlepšovacích návrhů je úspora nákladů.<sup>8</sup>

## **Zásady kvality**

Špičková kvalita je pro společnost standardem pro dosahování nejvyšší spokojenosti zákazníků. Závazkem pro všechny pracovníky skupiny je snaha o neustálé zlepšování všech podnikových výkonů. Základní informace o zásadách kvality společnosti jsou uvedeny v tabulce 4.

1. Kvalita = nejvyšší zásada.
2. Kvalita vyplývá z práce zaměstnanců.
3. Kvalita je pojem zahrnující výrobky, procesy, ale i spolupráci s partnery firmy.
4. Otevřenost a čestnost jsou základem spolupráce.
5. Kvalita se konstruuje a vyrábí (nevytváří se zkoušením).
6. Průběžné zlepšování kvality znamená zlepšování konkurenceschopnosti.
7. Každá chyba je chybou zbytečnou a přebytkovou.<sup>8</sup>

**Tabulka 4 – Základní informace o zásadách kvality<sup>8</sup>**

<b>CO JE TŘEBA UČINIT S OHLEDEM NA MOŽNOST RUČENÍ ZA VÝROBEK?</b>	<b>RUČENÍ ZA VÝROBEK</b>
<u>Zásadně platí:</u> Kdo vyrábí se 100% kvalitou, nemusí se ručení za výrobek obávat. Každý pracovník musí v rámci své zodpovědnosti zabránit tomu, aby se výrobek, kritický z hlediska odpovědnosti, dostal do oběhu. Pokud tak neučiní, může být v případě nehody, při níž dojde ke zranění, dokonce i trestně stíhán.	Ručení výrobce za škody, které vzniknou třetí osobě v případě, že jeho výrobek nevykazuje vlastnosti týkající se bezpečnosti, které lze oprávněně očekávat. Ručení za výrobek platí ve vztahu ke každému kupujícímu, uživateli, nezúčastněné třetí osobě. U ručení za výrobek se jedná o ručení ze zákona, tzn. že je zásadně nelze smluvně zrušit nebo omezit.
<b>KDO RUČÍ?</b>	<b>KDY SE RUČENÍ UPLATNÍ?</b>
V první řadě skutečný výrobce. Rovněž však nepřímý výrobce (ten kdo uvede své jméno nebo svou ochranou známku na výrobku). Dovozce. Každý dodavatel, jestliže skutečného výrobce nelze zjistit, tzn. rovněž montér zařízení.	Jestliže vykazuje vadu, která negativně ovlivňuje bezpečnost, a v důsledku této vady vznikne škoda třetí osobě. Nezáleží na zavinění výrobce. Platí tedy odpovědnost za škodu z důvodu ohrožení, příp. obrat důkazního břemene.

### 3 Výrobní systém společnosti

Psal se rok **1950**, kdy se zástupce Eiji Toyoda z tehdejší Toyota Motor Corporation s několika spolupracovníky vydal za americkými výrobci automobilů, aby se seznámil s jejich výrobními metodami. Zjistili, že od poslední návštěvy v 30. letech, se toho moc nezměnilo. Objevili mnoho zdrojů ztrát, například:

- Velké množství naskladněných výrobků, které se zpracovávaly až po dlouhé době uložení.
- Velké a nesmyslné přepravní vzdálenosti a trasy.

V Japonsku si ale pan Toyota nemůže a nechce dovolit plýtvání. Začíná se proto soustřeďovat na zlepšování všech svých procesů a vzniká tak TPS – Toyota Production System (Toyota výrobní systém). Cílem tohoto systému je eliminace jakékoliv formy plýtvání, nastavením tzv. štíhlé výroby (Lean Production). Hlavním úkolem výroby je pouze tvorba hodnot pro zákazníka.

**V roce 1990** přichází do styku s TPS také společnost, u které je tato práce prováděna. Mezi tím se totiž ukázal japonský systém jako velmi úspěšný, a mnoho podniků se podle něj začalo řídit a snižovat tak plýtvání ve svých výrobních podmínkách. Tato společnost se seznamuje s touto filozofií, kdy navazuje spolupráci, jejichž počáteční výsledky jsou popsány v tabulce 5.<sup>8</sup>

**Tabulka 5** – Výsledek spolupráce firmy s Toyotou<sup>8</sup>

<b>Zlepšovatelské workshopy</b>	<b>Zkrácení času na změnu varianty</b>
Formou společenských zlepšovatelských workshopů se společnosti analyzovaly, a systematicky vylepšovaly své procesy. Nyní se zlepšovatelské workshopy provádí interně a jsou důležitou součástí optimalizace procesů.	Např. díky optimalizované změně přípravy u svařovacích zařízení mohly být sníženy časy přípravy z 25 minut na časy pod 3 minuty.
<b>Lepší přichystání materiálu</b>	<b>Lepší prolínání montáží</b>
Jako nosiče materiálu se používají malé plastové boxy (tzv. KLT). Tím je materiál přiváděn blíže na pracoviště.	Úzkým vyladěním předmontáže a konečné montáže se vyrábí pouze to, co zákazník požaduje. Důsledkem je snižování zásob.

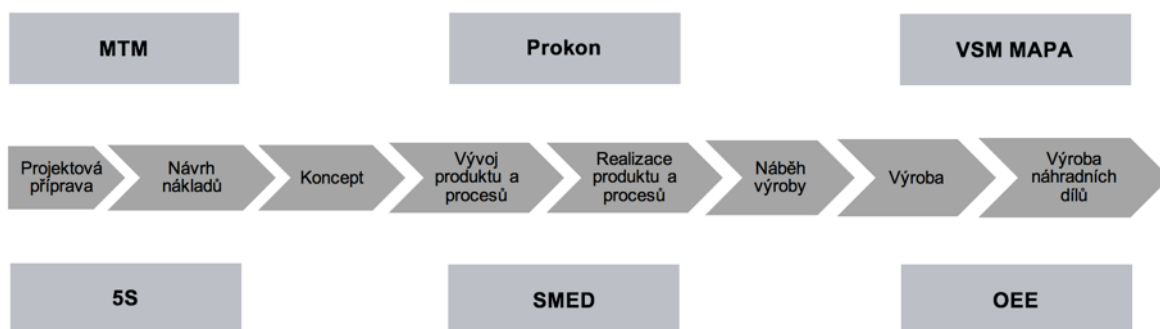
V roce 2007 společnost vyvíjí vlastní výrobní systém, který je v této práci označován jako výrobní systém společnosti (VSS). Tento výrobní systém zavádí v celé skupině. VSS shrnuje vědomosti získané v posledních letech (tzv. best practice) do souhrnu pravidel, která jsou závazná pro všechny závody skupiny.<sup>8</sup>

Hlavní součástí VSS je sada nástrojů (obrázek 18), které dopomáhají a podporují společnost v cestě k dosažení vynikajících výkonů.



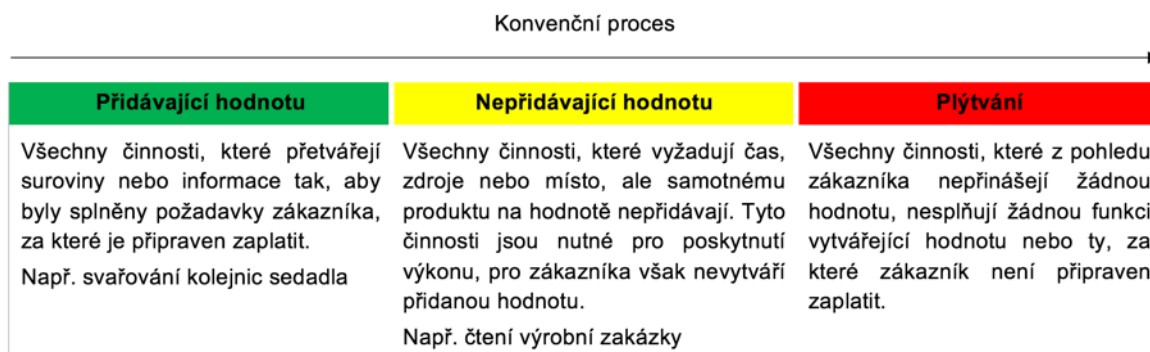
**Obrázek 18** – Některé z nástrojů VSS<sup>8</sup>

Nástroje VSS jsou také důležité u procesu vzniku výrobku – PEP (Product Engineering Process), kde přispívají k optimálnímu utváření procesů a pracovního prostředí. Při zvyšování produktivity práce na zákaznických projektech, při plánování a realizaci náběhu produktu nebo na základě požadavků zákazníka, je potřeba snižovat náklady nebo zvyšovat kvalitu. K tomu slouží některé nástroje VSS uvedené na obrázku 19. Vždy platí, že nadřazeným cílem všech nástrojů, je zabránit plýtvání v procesech.<sup>8</sup>



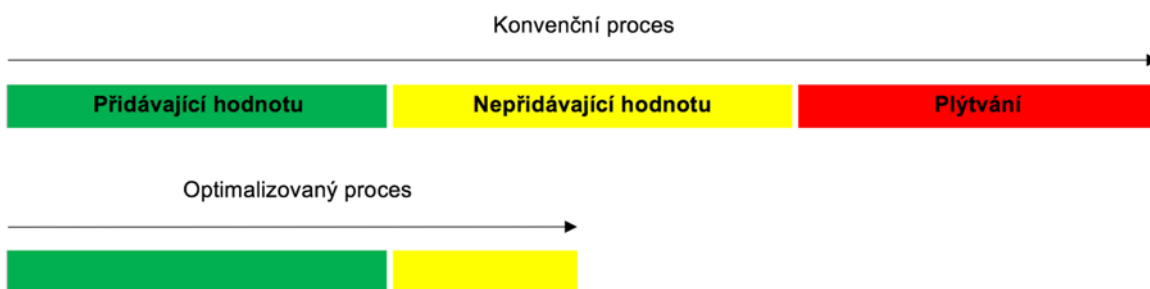
**Obrázek 19** – PEP (proces vzniku výrobku) a sada nástrojů<sup>8</sup>

Konvenční proces se skládá z činností přidávajících a nepřidávajících hodnotu a taky z plýtvání. Je tedy potřeba rozlišovat tyto procesy (obrázek 20).



**Obrázek 20** – Tvorba hodnot versus plýtvání<sup>8</sup>

Cílem VSS je co nejvíce eliminovat plýtvání a minimalizovat činnosti nepřidávající hodnotu a tím optimalizovat proces (obrázek 21).

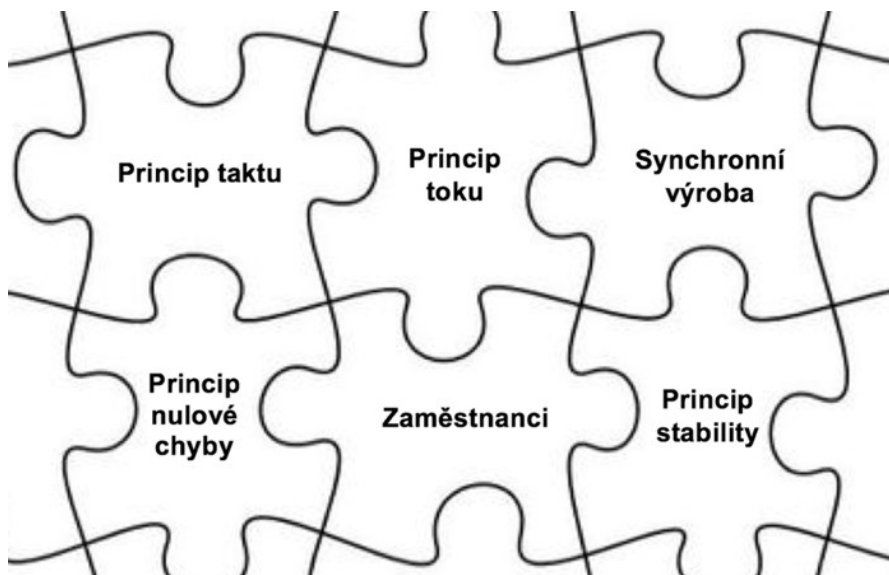


**Obrázek 21** – Konvenční a optimalizovaný proces<sup>8</sup>

K vytváření hodnot se ve skutečnosti využívá asi 5 % času procesu. Zbytek představují činnosti nepřidávající hodnotu a plýtvání. Největší část plýtvání představují vysoké zásoby, ale i jiné druhy jako

- nepotřebná manipulace,
- nadbytečné pohyby,
- dlouhé doby čekání (prostoje),
- nepotřebná přeprava,
- nadprodukce,
- zmetky a dodatečné opracování,
- nesprávné nebo zastaralé informace.

Za účelem rozeznání potenciálů zlepšování a plýtvání je potřeba se seznámit s nástroji, které využívá VSS. Myšlenka štíhlé výroby potom nachází vyjádření ve splnění 6 základních principů VSS (obrázek 22). Dodržování a jejich souhra je předpokladem výroby bez plýtvání.<sup>8</sup>



**Obrázek 22** – 6 základních principů VSS<sup>8</sup>

### 1) Princip taktu

Takt („tep výroby“) udává rychlost, s jakou se musí vyrábět. Podle spočítaného taktu zákazníka jsou dimenzovány strojní a montážní časy. Potřebný čas (doba cyklu) je ideálně u každého stroje u všech výrobních kroků přibližně stejný.

#### Výhody:

- Zabránění prostojů a zbytečných zásob mezi stroji.
- Zaručená výroba potřebného množství v plánovaném čase.

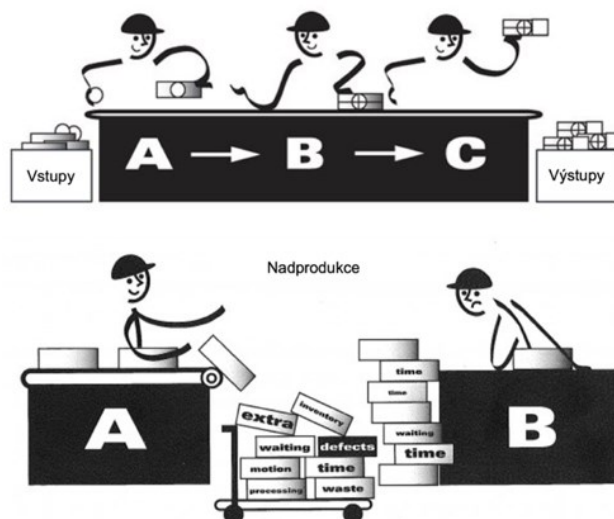
**Příklad:** Zákazník objedná 450 dílů za směnu. V jedné směně je k dispozici 450 minut pracovního času. Znamená to, že pro splnění potřeb zákazníka se musí každých 60 s vyrobit jeden díl (tzn. práce v taktu zákazníka).<sup>8</sup>

### 2) Princip toku

Při principu toku jsou stroje uspořádány tak, jak to vyžaduje technologické uspořádání výrobních kroků. Všechny nutné stroje se nacházejí ve vzájemné prostorové blízkosti. Efektivní realizací principu toku je **One-Piece Flow** (tok jednoho kusu), kdy se zhotovuje jeden výrobek od začátku do konce bez meziskladování. Po odpracování na jedné stanici se okamžitě pokračuje na stanici další. V praxi se tohoto ideálu dosahuje jen přibližně, protože by musely všechny stanice pracovat stejně rychle.<sup>8</sup>

#### Výhody:

- Kratší průběžné doby výroby než u klasické výroby dávek.
- Žádné nebo malé zásoby mezi výrobními kroky.



**Obrázek 23** – One-Piece Flow (nahore) vs. nadprodukce (dole)<sup>10</sup>

### 3) Synchronní výroba

Synchronní výroba vyžaduje orientaci vlastních interních procesů na zákaznické požadavky. Cílem je **přichystání správného množství materiálu, a to v požadovaném okamžiku na správném místě.**

Zásady synchronní výroby:

- **Just-in-Time** (výroba v množství a čase podle potřeb zákazníka) znamená, že se potřeba zákazníka ve formě objednávky stává spouštěčem výroby. Pro dodržení termínu dodávky je výroba zahájena s časovým předstihem ve všech výrobních stupních.
- **Pull** (výroba řízená spotřebou), spouštěčem výroby se stává potřeba jedné komponenty nebo celé konstrukční skupiny. Vyrábí se pouze to množství, které bude spotřebováno v následujícím procesu.

Výhody:

- Zabránění nadprodukce důslednou orientací na zákazníka (interně i externě).
- Zvyšování počtu dodávek v termínu, neboť se vyrábí jen to, co se potřebuje.<sup>8</sup>

### 4) Princip nulové chyby

Je to snaha všech zúčastněných snížit míru chyb až na nulu. Cílem je výroba bez zmetků a dodatečného opracování. Především u minimálních materiálových zásob v procesu je nutné, aby byly vyráběny jen dobré díly. Do principu nulové chyby patří také opatření, kterými může být zabráněno chybám ve výrobním procesu již předem, kterým je Poka Yoke.

Příkladem je bankomat, kdy při výběru hotovosti není možné zapomenout kartu v přístroji. Peníze dostanete, až se vezme karta z automatu.<sup>8</sup>

## 5) Stabilita

Princip stability vyžaduje jednotná, vyzkoušená a jednoduchá pravidla hry, tzn. standardy, kterými jsou jednotné, uznané a aplikovatelné způsoby, jak něco provádět nebo vyrábět. Bez definovaných standardů hrozí zbytečné plýtvání.

### Výhody:

- Včasné rozpoznání odchylek.
- Použití „znalostí Best Practise“ všemi pracovníky.
- Vedení ke stabilním a porovnatelným procesům.

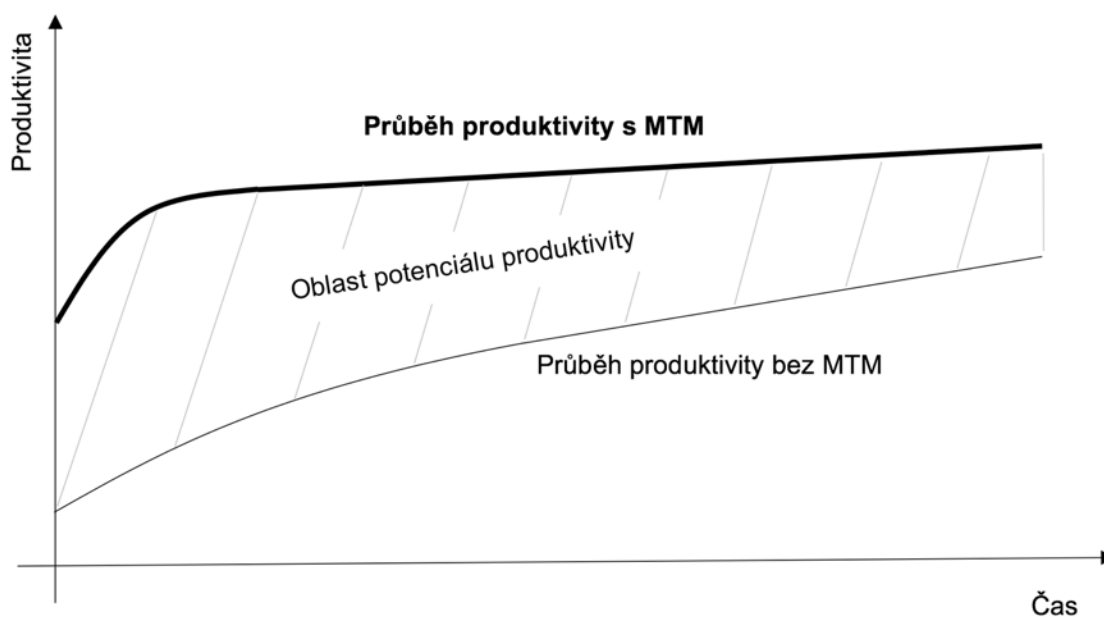
Příkladem minimálních standardů jsou nástroje VSS, bez kterých by nebylo možno srovnávat procesy v jednotlivých závodech.<sup>8</sup>

## 6) Zaměstnanci

Ze všech šesti principů je tento nejdůležitější, jelikož jsou to právě zaměstnanci, kteří principy a nástroje VSS používají a dále rozvíjejí.<sup>8</sup>

## 3.1 MTM – analýza a měření práce

Výrobní proces je potřeba vykonávat od začátku správně. Pro dosažení potřebné produktivity je nutné naplánovat montážní časy, pracovní průběhy, pracoviště a personální potřeby již před zahájením výroby. K tomuto slouží podpora analýzy MTM (Methods Time Measurement), v češtině označována jako analýza a měření práce.<sup>8</sup>

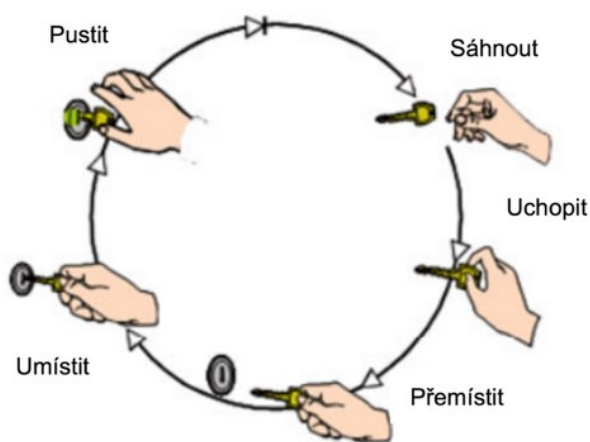


**Obrázek 24** – Potenciál produktivity při použití MTM<sup>8</sup>



Jedná se o měření času. Je to metoda pro plánování manuálních činností za účelem plánování pracovních metod a zjišťování času. Základním předpokladem je potřebný čas pro provedení nějaké činnosti, který závisí na příslušné operaci. Při prověřování procesů bylo definováno pět základních pohybů (obrázek 25). Vychází to z analýz plně ovlivnitelných postupů, kde těchto pět základních pohybů tvoří asi 80 % operace (manipulace). Příkladem dalších pohybů, které byly také analyzovány pomocí MTM jsou

- ohýbání,
- funkce pohledu,
- shýbání se,
- otáčení,
- stlačování,
- chůze,
- oddělování.<sup>8</sup>



**Obrázek 25** – Pět základních pohybů analyzovaných pomocí MTM<sup>11</sup>

K základním pohybům jsou v závislosti na ovlivňujících veličinách (např. vzdálenost nebo hmotnost) uloženy předem určené časy. Jako časová jednotka je používána TMU (Time Measurement Unit), pro kterou platí:

- **1 hodina = 100 000 TMU**
- **1 sekunda = 27,8 TMU**

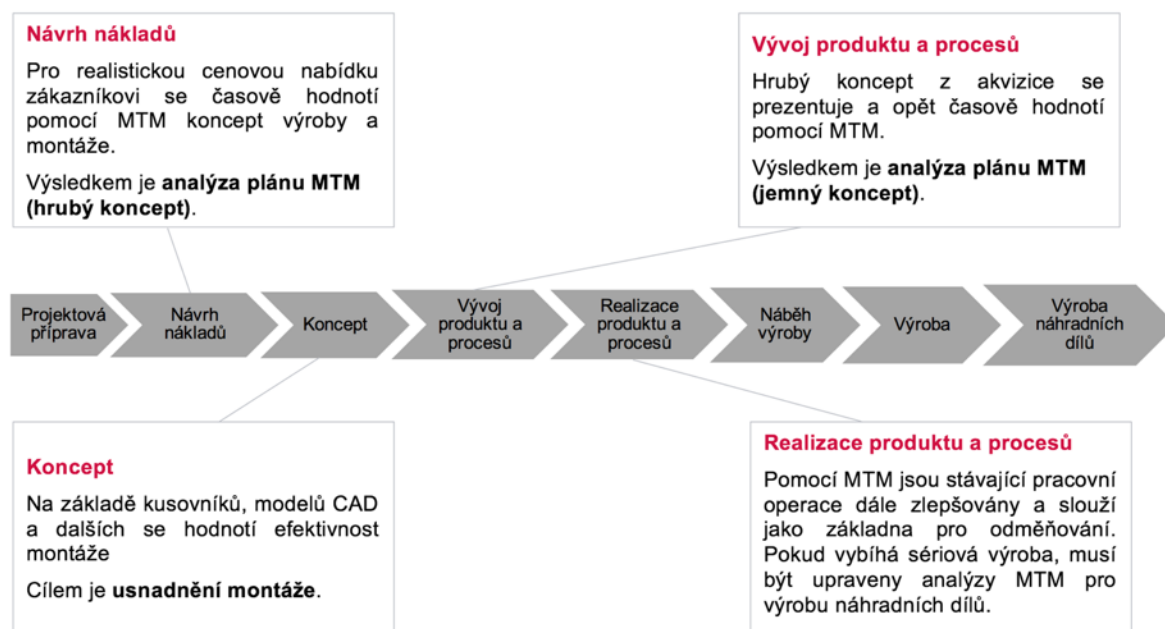
Časové hodnoty TMU odpovídají normovaným časům MTM, které jsou založeny na normálním výkonu (MTM 100 %). Normální výkon 100 % odpovídá výkonu středně zapracovaného člověka, který může tento výkon podávat trvale bez rostoucí pracovní únavy.

Používáním MTM lze již ve fázi plánování určit skutečné montážní časy, aniž by museli být k dispozici dělníci, zařízení a díly. Tyto časy poskytují mj. informaci, zda může být vyráběno v zákaznickém taktu. Na základě těchto časů lze spočítat

- na kolik směn se musí pracovat,
- kolik zaměstnanců je potřeba,
- na kolik procent je zařízení vytíženo.<sup>8</sup>

Pokud se nedosáhne taktu zákazníka, musí být časy sníženy formou zlepšení pracovních operací, jako například definování odkládání nástrojů a materiálu nebo rovnoměrné rozdělování pracovních náplní mezi pracovišti. Montážní časy na každém pracovišti by měly být přibližně stejné, tak aby nevznikaly ztráty nesouladem taktu.<sup>8</sup>

MTM analýza zasahuje do několika fází procesu vzniku výrobku PEP (obrázek 26).



**Obrázek 26 – MTM analýza zasahující do PEP<sup>8</sup>**

### 3.2 Prokon – konstrukce odladěná výrobou

Prokon je softwarová aplikace pro výpočtové metody konečných prvků, strukturálních analýz a návrhů konstrukcí. Při vývoji produktu hraje jeho konstrukce významný vliv na nabíhající náklady. K tomu slouží optimalizační strategie ve vývojové fázi výrobku. Příkladem je určitá míra standardizace. Opakem je použití mnoha dílů, které jsou vestavěny v jednom produktu, čímž se zvyšují výrobní náklady. Ve firmě se Prokon provádí ve formě workshopů. Účastníci z vývoje, výroby, logistiky, plánování výroby, konstrukce, řízení jakosti a dalších oblastí shromáždí veškeré informace o produktu (CAD modely, kusovníky, grafy priorit, procesní technologické postupy, prototypy, atd.). Předpokladem k úspěšnému workshopu Prokon je komunikace nad rámec úseku mezi zákaznickým týmem, závodními a centrálními funkcemi.

Tým workshopu například rozpoznává a hodnotí slabá místa konstrukcí, která vedou ke ztížení montáže. Montážními problémy může být

- vysoký počet spojovacích míst,
- možnost nesprávné montáže,
- omezení prostoru nebo výhledu,
- spojování bez polohovacích pomůcek.<sup>8</sup>

Jak Prokon funguje ukazuje následující obrázek 27.



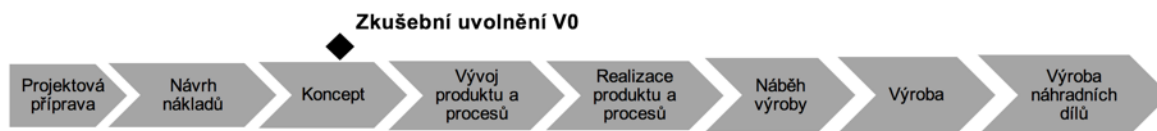
**Obrázek 27** – Prokon – Jak lze zabránit problémům při montáži?<sup>8</sup>

K podpoře ve workshopu Prokon existuje na serveru předloha „Prokon analysis“. Tím se zachytí všechny detaily výrobku a zhodnotí se například vzhledem k rozměrům, spojovacím místům, vyskytujícím se silám rukou a paží. Tato předloha je vhodnou základnou při diskuzi ve workshopu.

Každé nerozpoznané ztížení montáže ve workshopu Prokon vede k vyšším výrobním nákladům. Faktory úspěšného workshopu potom jsou:

- Čím zralejší konstrukce, tím lépe může být hodnocena montážní situace.
- Využití zkušeností (pozitivních i negativních) shromážděných u předchozích projektů. Praktickým hodnocením jsou zkušenosti pracovníků z výroby.

Workshopy Prokon jsou pevnou součástí PEP a provádí se v rámci validace konceptu. Bez absolvování workshopu nedochází k žádnému **zkušebnímu uvolnění V0**.



**Obrázek 28** – Prokon zasahující do PEP (zkušební uvolnění V0)<sup>8</sup>

Při PEP je nutné držet pořadí jednotlivých kroků, pokud tomu tak nebude, vytváří se dodatečné riziko. Například z workshopu Prokon by mohlo vyplynout, že již pořízené nástroje musí být změněny. Důsledkem by byly dodatečné náklady.<sup>8</sup>

### 3.3 VSM (Value Stream Mapping) MAPA

K zachycení důsledků je zapotřebí mapa hodnotového toku, která přinese strukturu a efektivnost do procesů. Výsledná mapa pomůže odpovědět na otázky typu:

- Proč jsou průběžné časy tak dlouhé?
- Proč máme tak vysoké zásoby?
- Jak můžeme zabránit plýtvání?

Tok hodnot obsahuje všechny aktivity, které jsou potřebné k tomu, aby se vyrobil produkt. Mapa hodnotového toku potom posuzuje veškeré procesy od příjmu zboží až po výstup zboží ze závodu, popřípadě přes celý dodavatelský řetězec (Supply Chain).



Obrázek 29 – Hodnotový tok

Posuzováním celku jsou patrné veškeré souvislosti v toku hodnot, a tak lze lépe rozpoznat slabá místa, např. deficity při realizaci principů VSS. Na tomto základě musí být procesy potom cíleně zlepšovány tak že,

- je připraveno správné množství v požadovaném okamžiku na správném místě (synchronní výroba),
- je eliminováno plýtvání,
- zařízení jsou vzájemně sladěna (princip toku),
- vyrábí se v taktu zákazníka,
- dochází k transparentnímu řízení výroby.

VSM mapy nabízí šanci pro zlepšení celku, nikoliv pouze dílčích úseků výroby. Celý proces vzniku mapy hodnotového toku lze popsat čtyřmi kroky (obrázek 30).<sup>8</sup>



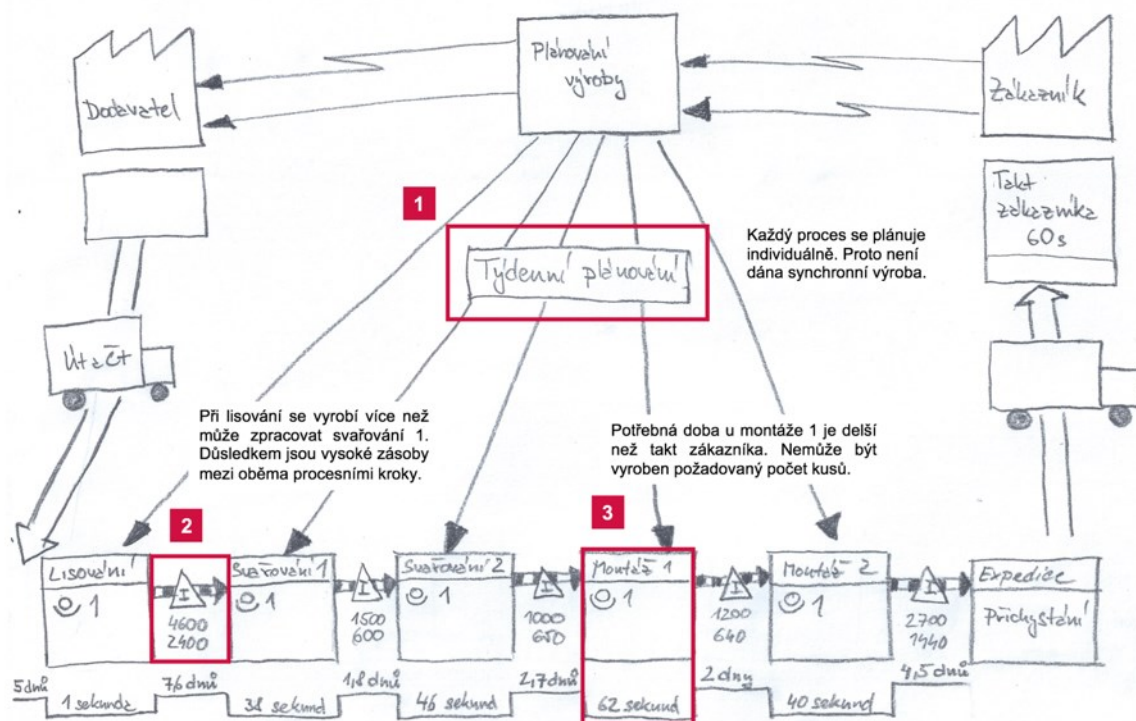
Obrázek 30 – 4 kroky vzniku VSM mapy<sup>8</sup>

## Analýza: Načrtnutí skutečného stavu

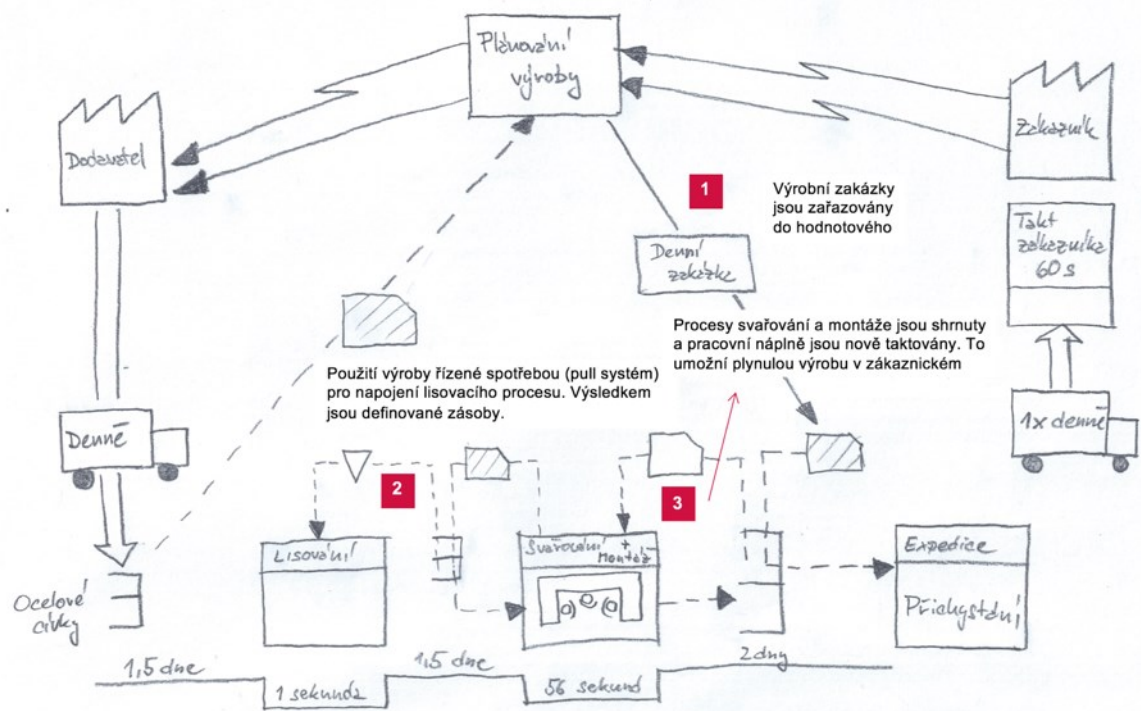
Tým workshopu s pracovníky z výroby, logistiky, kvality, plánování výroby a dalších sleduje referenční díl zpětně od výdeje zboží až po příjem. Předem určená osoba zapisuje (postačí tužka a papír) mimo jiné všechny pracovní operace, toky materiálů a informací, zásoby, doby taktu a jiné. Použití jednotných symbolů (obrázek 31) zaručí, že každý bude rozumět náčrtu. Příklady načrtnuté mapy hodnotového toku skutečného a požadovaného stavu je znázorněn a popsán na obrázcích 32 a 33.<sup>8</sup>

	Elektronická informace		Dodavatelé nebo odběratelé		Supermarket		Stav zásob před daným pracovištěm
	Výroba po jednom kusu		Výrobní proces		Zásobník, bezpečnostní sklad		Stojan na kanbanové karty
	Hotové výrobky k zákazníkovi		Tabulka s potřebnými informacemi		Výrobní KANBAN		Expedice (způsob přepravy)
	Výroba v dávkách		Výrobový mix		KANBAN v dávkách		Návrh na změnu
	Manuálně předaná informace		Rozvrh		Místo pro analýzu		Pull - odebrání materiálu
	Operátor		Systém FIFO (First-In-First-Out)		Signal		

Obrázek 31 – Základní symboly pro tvorbu VSM mapy<sup>12</sup>



Obrázek 32 - Náčrt VSM mapy skutečného stavu



**Obrázek 33** – Náčrt VSM mapy požadovaného stavu

Pomocí mapy hodnotového toku je možné optimalizovat nejen existující tok hodnot. Tato metodika je rovněž důležitá při plánování výrobních procesů, tzn. pokud ještě neexistují žádná odpovídající zařízení nebo toky materiálů. Pokud jsou od začátku výrobní procesy plánovány s orientací na hodnotový tok, jsou od začátku dodržovány principy VSS (synchronní výroba, princip taktu, princip toku a další), tzn. zabránění plýtvání.

### Faktory úspěchu při použití metodiky map hodnotového toku

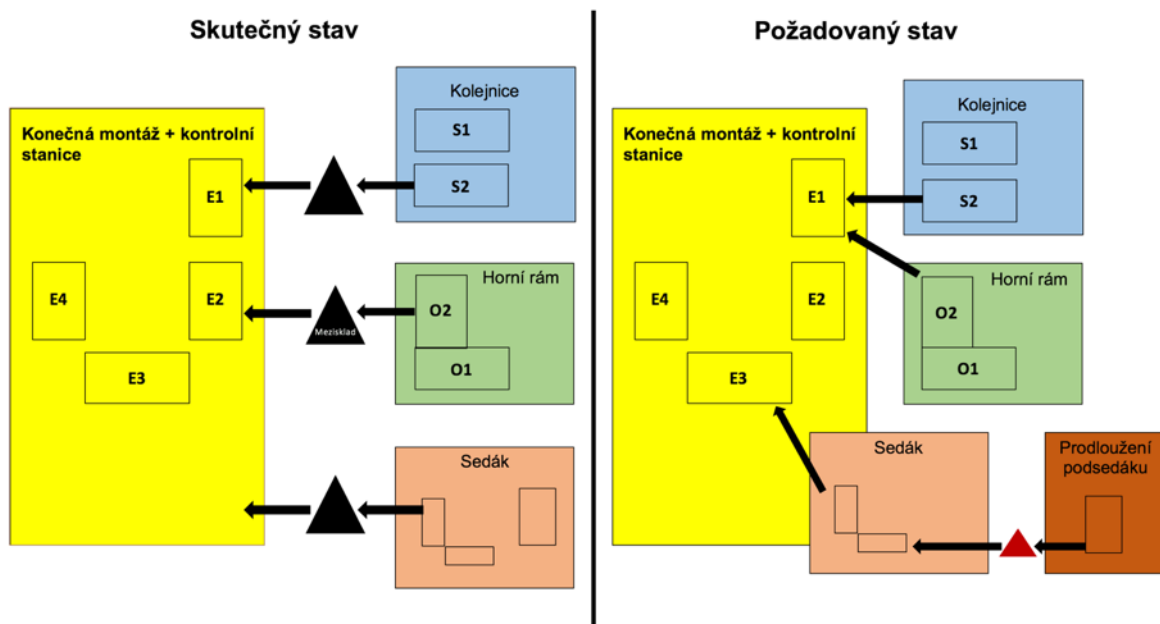
Logistika a plánování výroby musí úzce spolupracovat, mají totiž svým rozhodováním vliv na hodnotový tok.

- **Plánování** mj. odpovídá za počet procesních kroků, taktování a rozmístění jednotlivých operací.
- **Logistika** je mj. odpovědná za řízení výroby, balící jednotky přichystání materiálu a výši zásob.

Příkladem jsou nejdůležitější výsledky z mapy hodnotového toku v projektu IBK (Industriebaukasten – průmyslová stavebnice).

- Taktování předmontáží s konečnou montáží.
- Předávání materiálu probíhá přes gravitační skluzy z předmontáží (např. sedáků) přímo ke konečné montáži.<sup>8</sup>





**Obrázek 34** – Změny provedené v IBK projektu<sup>8</sup>

Tímto odpadá velký mezisklad materiálu a mohl se snížit průběžný čas výroby. Především při velké komplexnosti výroby je důležité sledovat včas souhru jednotlivých pracovních kroků.

Pro analýzu hodnotového toku se využívá metodika **gemba**, což znamená požadavek aktivního střetnutí s výrobní úrovní. Reálný skutečný stav toku hodnot lze získat pouze tehdy, když si na místě prohlédnou toky materiálů, informací, zásob a dalších.<sup>8</sup>

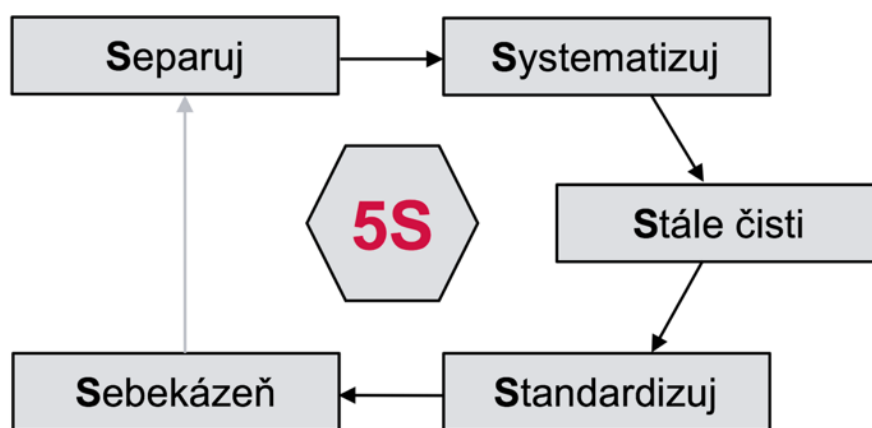
### 3.4 5S – pořádek a organizace na pracovišti

Heslem pro nástroj 5S je: „Kdo začne hledat, ztrácí čas.“ Pořádek a dobrá organizace nejen na pracovišti jsou předpokladem toho, aby veškeré procesy probíhaly bez problémů. K tomuto slouží metodologie 5S, tak aby došlo k zabránění plýtvání a došlo především ke

- zlepšení organizace, čistoty a bezpečnosti práce,
- zabránění chybám na základě zlepšených pracovních postupů,
- zefektivnění práce snížením času hledání a času nadbytečných pohybů,
- ale také k pozitivnímu dojmu na zákazníka.<sup>8</sup>

Zavedení 5S se provádí přímo na pracovišti a to ve formě workshopů.

#### **Metodologie a struktura 5S**



**Obrázek 35** – Jednotlivé kroky metodologie 5S

#### **Krok 1 – Separuj**

Na začátku workshopu stanovený tým společně stanoví a separuje všechny nadbytečné, poškozené nebo nepoužitelné věci z pracoviště (tým se většinou skládá z mistra, dělníka a plánovače výroby). K tomu se kontroluje denní práce dělníka a kriticky se kontroluje celé pracovní prostředí.

Na pracovišti platí, že se tam nacházejí pouze předměty, které jsou nutné a potřebné pro práci. Pokud některý z předmětů není potřeba, okamžitě se odstraní. Jestliže to není možné okamžitě provést, stanoví se odpovědná osoba a termín, kdy se opatření realizuje. Nepotřebnými předměty nemusejí být jen nástroje, ale také celé regály, nádoby, prázdné lahve nebo zastaralé informace.<sup>8</sup>



## **Krok 2 – Systematizuj**

Veškeré nástroje, dokumenty, vzorky a další předměty, které zůstávají na pracovišti, musí být uloženy tak, aby je pracovník našel a mohl uchopit s co nejmenším vynaloženým úsilím.



**Obrázek 36** – Systematické uspořádání nářadí<sup>13</sup>

V tomto případě platí, že pracoviště musí být systematizováno a pro všechno potřebné musí být určeno místo. Musí se dodržovat pravidla jako jsou například,

- čím častěji se předmět používá, tím rychleji musí být k dispozici,
- ergonomické uspořádání předmětů,
- společné ukládání podobných dílů,
- používání jednoznačných popisů,
- použité předměty uložit zpět na určené místo.<sup>8</sup>

## **Krok 3 – Stále čisti**

Veškeré stroje, zařízení a vybavení pracoviště je nutné udržovat v čistotě a pořádku. To znamená kontrolu a včasné odstranění závad, které částečně pomáhá předcházet poruchám. Dalším důvodem je odstranění zdrojů znečištění, které mohou vést až ke zraněním pracovníků.

Zde platí, že všechny zdroje znečištění a možného ohrožení na pracovišti musí být odstraněny. To mohou být například

- vadné kabely a elektroinstalace,
- chybějící nebo nevyhovující kryty,
- netěsnosti v mazacích nebo vzduchových rozvodech,
- kovové třísky.<sup>8</sup>

## **Krok 4 – Standardizuj**

V tomto kroku musí být stanovena pravidla pro budoucí chování na pracovišti. Je nutné zapsat dosažený stav do standardu vytvoření 5S, stanovit plán čištění a naplánovat audity 5S.<sup>8</sup>



**Obrázek 37** – Standardizace uspořádání palet na pracovišti<sup>14</sup>

## **Krok 5 – Sebekázeň**

Pro úspěšné zavedení a udržení standardu 5S musí každý dodržovat definovaná pravidla (dělníci i vedoucí pracovníci). Je zde požadována osobní odpovědnost a disciplína.

Vedoucí pracovníci mají striktně za úkol kontrolovat zavedený pořádek a čistotu na pracovišti a zasahovat při odhalení nedostatků. Z dřívějších zkušeností je patrné zvyšování disciplíny vlivem plánovaných workshopů 5S.<sup>8</sup>

## **Pořádek v kanceláři**

Metodologie 5S platí ovšem i v kanceláři. Společnost stanovila kancelářský koncept, který vytváří předpoklad pro pořádek a čistotu na pracovištích kancelářských prostor. Součástí konceptu je Clean Desk Policy – čistý stůl a okolí, kdy se psací stůl opouští na konci pracovního dne uklizený a zůstává přehledný i během práce. Dalším prvkem je zde vlastní caddy – pojízdná skříňka, kterou vlastní každý pracovník. Ta je však prostorově omezená, pracovník si tak musí ponechat pouze to nejnutnější. To však nezaručuje práci bez času hledání, je-li v caddy chaos. Je nutné udržovat pořádek a čistotu i uvnitř. K pořádku a čistotě na pracovišti patří také

1. správné ukládání dat na disku,
2. výstižné pojmenování složek a souborů,
3. mazání již nepotřebných dat.<sup>8</sup>

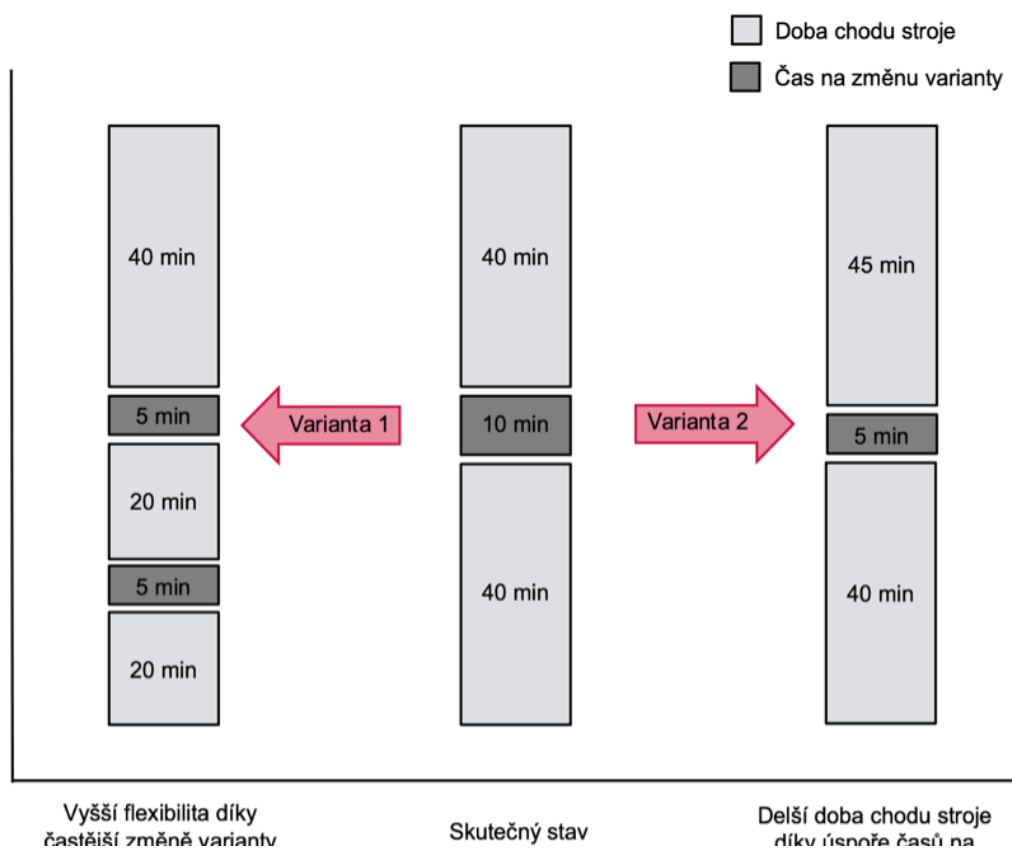
## Zdokumentování workshopu 5S

K zajištění zavedení 5S na pracovišti je nutné zdokumentovat výsledky workshopu a postupovat podle nich.

- Udělat během workshopu snímky všech problematických míst.
- Tyto snímky viditelně vyvěsit a definovat opatření.
- Po nápravě a opatřeních se snímky pořídí znovu, a připnou se na vývěsku „před a potom“ k porovnání, tak aby se pracovníkům objasnil důvod a byl patrný příslušný pokrok.<sup>8</sup>

## 3.5 SMED

V případě výroby několika variant jednoho druhu výrobku a dodržení plnění produkce všech variant ve stejném čase, nastává překážka v podobě časové náročnosti změny varianty. Řešením tohoto problému je nástroj ke snižování časů potřebného ke změně varianty nazývaný SMED – Single Minute Exchange of Die). Výhody zkracování času na změny varianty lze odhalit na obrázku 38.<sup>8</sup>



**Obrázek 38 – Příklad využití SMED<sup>8</sup>**

### Varianta 1 – Vyšší flexibilita díky častější změně varianty

Zkrácení času na změnu varianty lze využít pro častější změny variant.

**Důsledek:** Výroba dalších variant, tak aby se splnily požadavky zákazníka.

Z toho vyplývá menší velikost dávek (zásob) a kratší průběžné časy.

### Varianta 2 – Delší výrobní doby stroje díky úspoře času na změnu varianty

Snížení času změny varianty může být použito ke zvýšení kapacit. Stroj je k dispozici déle pro samotnou výrobu.

Základní myšlenkou SMED je provádění co nejvíce činností potřebných ke změně varianty, zatímco stroj běží. Předpokladem je

- rozlišování interních a externích kroků činností,
- přeměna interních činností na externí (pokud je to možné).

**Důsledek:**

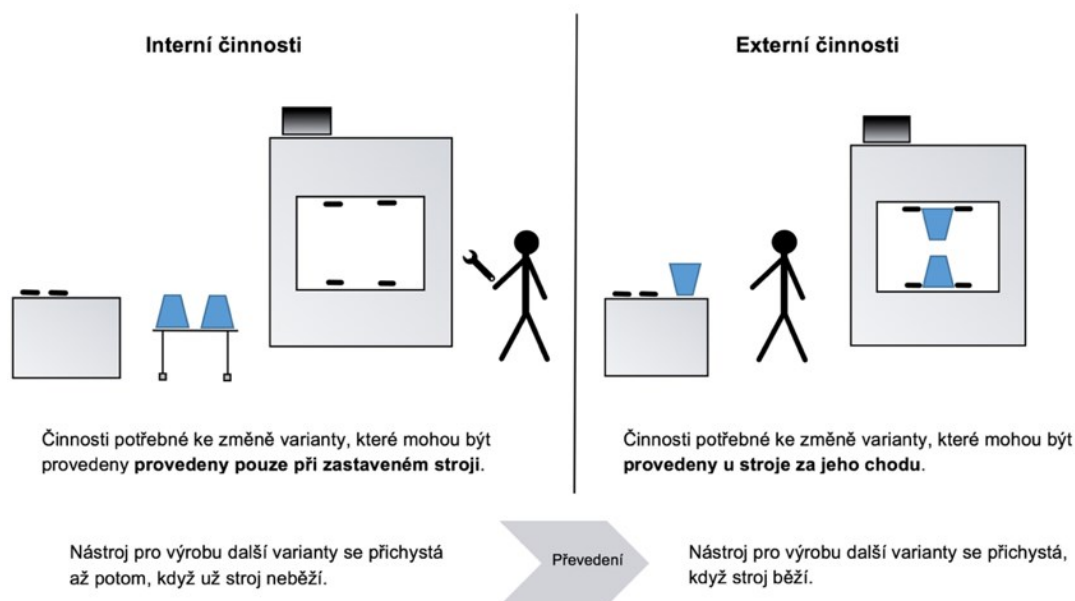
Snížení času na přípravu, protože stroj musí být zastaven jen na krátkou dobu. To znamená, že může být rychleji zahájena výroba další varianty.

### Interní versus externí činnost

Základní myšlenkou SMED je provádění co nejvíce činností potřebných ke změnám varianty, zatímco stroj běží. Předpokladem je

- rozlišování interních a externích činností (obrázek 39),
- přeměna interních činností na externí (pokud je to možné).

Důsledkem je snížení času na přípravu, protože stroj musí být zastaven jen na krátkou dobu. Tím pádem může být rychleji zahájena výroba další varianty.<sup>8</sup>



**Obrázek 39 – SMED – interní versus externí činnost<sup>8</sup>**

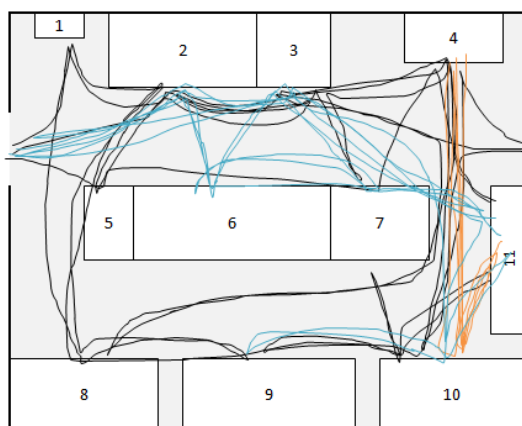
## **Workshop SMED**

Ve workshopu SMED jsou všechny činnosti na změnu varianty identifikovány, zaznamenány, časově zhodnoceny a analyzovány. Již v tomto kroku se mohou odkrýt ty činnosti, které jsou nadbytečné.

**Tabulka 6** – Příklad analýzy SMED workshopu<sup>8</sup>

Procesní krok	Čas [s]	Interní	Externí	Plýtvání
Stlačení snímače	24,02	X		
Odstranění vzduchové hadice	24,12	X		
Odložení vzduchové hadice	24,41		X	X
Povolení šroubů	26,54	X		

Pro analýzu pohybů obsluhy stroje je možné využít tzv. špagetového diagramu (obrázek 40). Na předem připravený půdorys (layout) pracoviště se vyznačují pohyby pracovníků a analyzuje se plýtvání.<sup>8</sup>



**Obrázek 40** – Ukázka tzv. špagetového diagramu<sup>15</sup>

Po analýze probíhá pomocí organizačních a technických opatření optimalizace postupu změny varianty.

### **Organizační opatření**

- Převedení interních činností na externí (většinou organizačně).
- Paralelní provádění kroků přípravy (zapojení obsluhy do změny varianty).
- Zabránění plýtvání (např. zbytečné pohyby).
- Nástroje připravit blízko ke stroji (odstranění zbytečné manipulace).
- Vypracování plánu přípravy.

Pomocí těchto opatření lze rychle a nákladově příznivě dosáhnout podstatného snížení času na změnu varianty přípravku.<sup>8</sup>

**Technická opatření** vyžadují většinou vysoké náklady a také jejich realizace je velice časově náročná. Vždy platí, že je vždy příznivý každý i malý časový zisk. Je ale potřeba analyzovat, zda užitek ze snížení času na přípravu je skutečně vyšší než náklady.

Příklad: Předehřátím nástrojů pro vstřikové lití může být snížen čas na přípravu, ovšem z nákladových důvodů se toto nepoužívá.<sup>8</sup>

### **Skutečný rychlejší postup změny varianty**

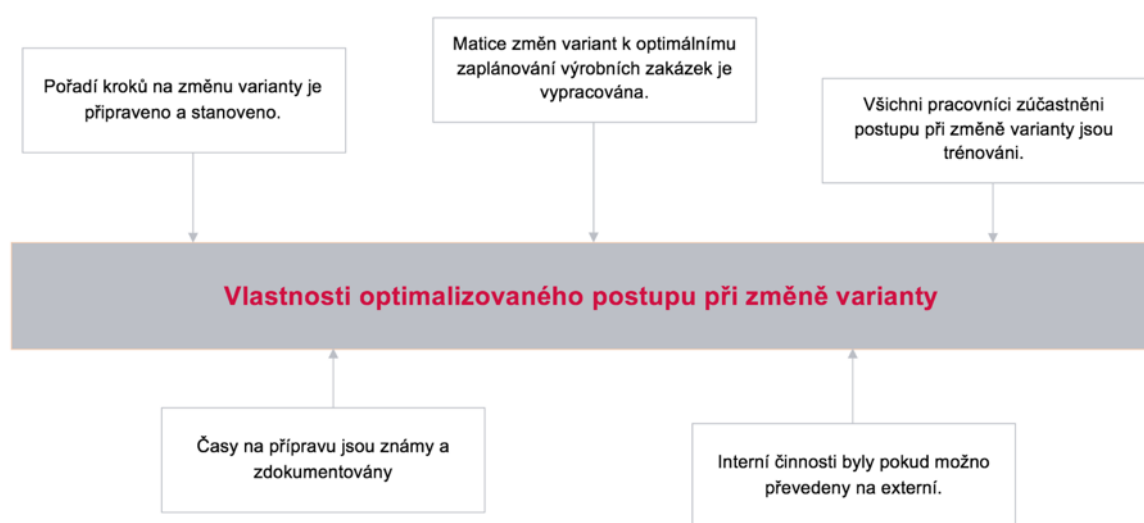
Za téměř perfektní postup změny varianty je považováno zastavení v boxech Formule 1. Ještě než jezdec vjede do uličky boxů, je technický tým připraven se všemi prostředky.

Krátké zastavení v boxech probíhá jen proto, že každý ví, jaké úkony musí provést. Zautomatizování těchto činností je možné dosáhnout neustálým tréninkem. Totéž platí pro postupy změny varianty ve společnosti.

**K zajištění trvalého úspěchu musí být metodika SMED trvale používána.**<sup>8</sup>



**Obrázek 41 – Zastávka F1 v boxu<sup>16</sup>**



**Obrázek 42 - Optimalizovaný postup změny varianty<sup>8</sup>**

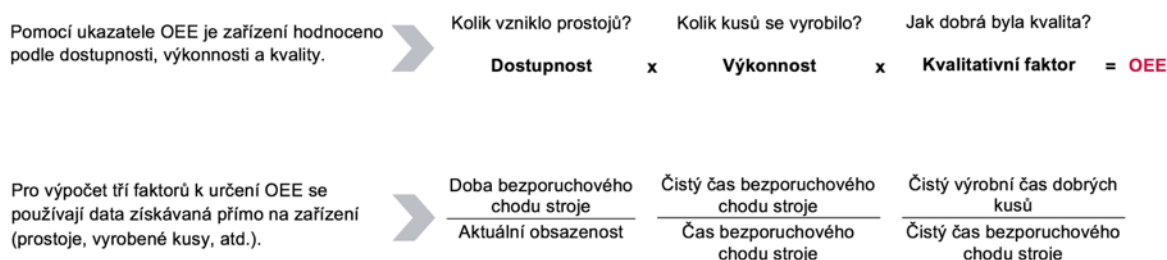
### 3.6 OEE – celková efektivita zařízení

Počet vyrobených kusů na zařízení může být vyšší díky redukci prostojů. Pro hodnocení efektivity celého zařízení slouží ukazatel OEE.

*„Pokud to nemohu změřit,  
nemohu tomu porozumět.  
Pokud tomu nemohu porozumět,  
nemohu to kontrolovat.  
Pokud to nemohu kontrolovat,  
nemohu to zlepšit.“*

OEE je zkratka pro Overall Equipment Effectiveness – efektivita celého zařízení. Pomocí tohoto ukazatele můžeme konstatovat jak efektivně je využíváno zařízení v čase, který máme k dispozici. Efektivitu stroje snižují prostoje, nově zapracovaní pracovníci, časy změn variant, opakovaná kontrola a další.

Jak se vypočítá OEE ukazuje obrázek 43.



**Obrázek 43** – Výpočet ukazatele OEE<sup>8</sup>

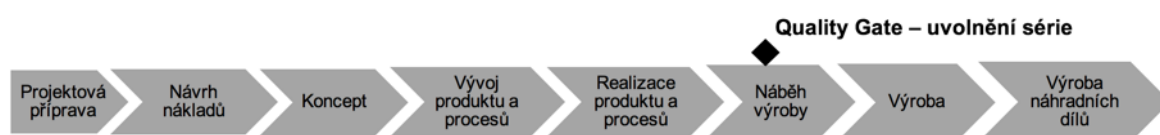
Ve společnosti se využívají dva ukazatele využití zařízení, a to OEE a TEEP (Total Effective Equipment Productivity) – totální efektivnost zařízení, u kterého je obsazenost zařízení jako teoretický maximální čas včetně zvážení časových period (například 24 hodin denně, 7 dní v týdnu, 365 dní v roce). Podrobný popis k metodice výpočtu OEE je uveden v kapitole 3.8, vycházející z Pracovního pokynu 081 – výpočtu využití zařízení a OEE.

Ukazatel OEE může nabývat hodnot od 0 % do 100 %. Čím je OEE vyšší, tím vyšší tvorbu hodnot lze na zařízení vytvářet. V závislosti na vybrané technologii zařízení jsou pro něj dohodnuty specifické cílové hodnoty OEE. Tento ukazatel je pouze charakteristika, jejíž výpočet nevede k řešení problému. Výsledky jsou dále analyzovány a hodnoceny na workshopech.<sup>8</sup>



Ve svolaném workshopu pracovníci prodiskutují co je třeba pro zvýšení efektivity zařízení udělat. Přednostně se zaměřují na nejslabší faktor, kde je největší potenciál pro zlepšení. Zjišťují a analyzují poruchy, ke kterým se hledají možnosti řešení. Pro realizaci opatření je potřeba pravidelně přepočítávat OEE, aby se zkontrolovala úspěšnost a trvalost řešení.

Ve **fázi náběhu** probíhá předání projektu z projekčního týmu na závod, dochází k výrobě předběžné série za sériových podmínek. Uvolnění série je založeno na zprávě „quality gate – release for series production“, neboli uvolnění série. V rámci PEP se tato zpráva předkládá ve fázi náběhu výroby (obrázek 44).



**Obrázek 44** – Uvolnění série zasahující do PEP<sup>8</sup>

Předpokladem předložení této zprávy je provedení OEE analýzy v rámci technického předání projektu na závod. Ukazatel OEE upozorňuje na to, zda zařízení a procesy fungují vzhledem k dostupnosti (disponibilitě), výkonnosti (výtěžnosti) a produkované kvalitě, aby mohl být vyráběn požadovaný počet kusů výrobků. Při ukončení projektu se znovu vyžaduje analýza OEE.

Při nápravných opatřeních pro zlepšování efektivnosti zařízení může na počátku OEE klesat, a to z důvodu náběhu nově provedených změn. OEE je potřeba sledovat v delším časovém horizontu, tak aby se ukázal úspěch provedených změn a úprav. Předpokladem je systematická evidence a analýza prostožů.

Management OEE s jasnými odpovědnostmi je předpokladem úspěšného provozu zařízení. Musí být zaručeno, aby vedoucí závodu měl stále přehled o vytížení, efektivitě a kapacitách zařízení. V závodě v Německu se osvědčilo rozdělení úkolů, jak je uvedeno na obrázku 45.<sup>8</sup>





**Obrázek 45** – Rozdělení úkolů – OEE<sup>8</sup>

Osoba **odpovědná za KVP** (Kontinuierlicher Verbesserungs-Prozess) – kontinuální zlepšování procesů přebírá roli koordinátora OEE. Má přehled o hodnotách OEE, podporuje osobu odpovědnou za OEE a dbá na správný výpočet.

**Vedoucí montáže/předvýroby** stanoví s **vedoucím týmu** cíle OEE pro jednotlivá zařízení. Analýzu hodnot OEE provádí osoba odpovědná za OEE a evidenci zase osoba odpovědná za vedení hodnot OEE. Osoba odpovědná za OEE potom inicializuje po dohodě s vedoucím týmu zlepšovateľské workshopy. Osobou odpovědnou za OEE je většinou mistr nebo plánovač výroby. Vedení OEE často přebírají pracovníci servisu.<sup>8</sup>

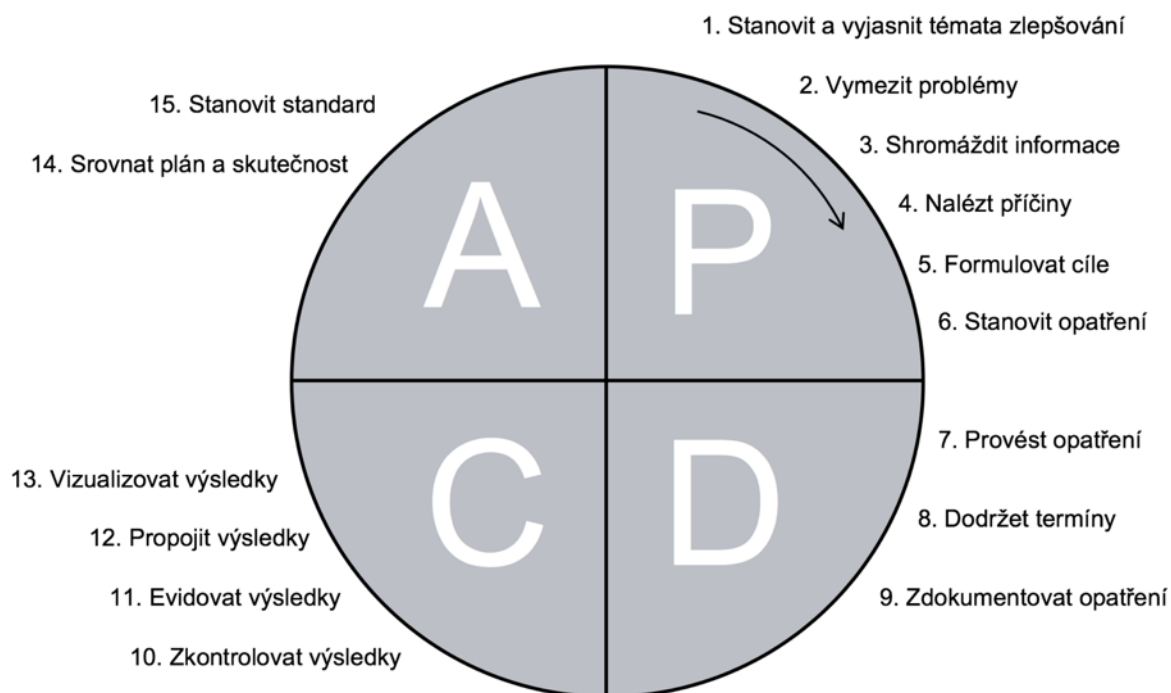
### 3.7 Neustálé zlepšování

Nastupuje otázka, co činí VSS úspěšným?

V první řadě je to neustálé zlepšování, které záleží na zapojení zaměstnanců. K optimálnímu utváření procesů, pracovního prostředí a mimo jiné k trvalé eliminaci plýtvání nepostačují jednorázová opatření. Ty často přinášejí pouze krátkodobý úspěch. Protikladem je **neustálé zlepšování** s pokud možno trvalým účinkem. Jedná se o stálé, systematické zkoumání procesů a reagování na změny.

Základem je proces neustálého zlepšování KVP (angl. CIP – Continuous Improvement Process). KVP je charakterizován zapojením pracovníků a důslednou realizací zlepšovacích opatření. Nástroje BPS a podnikové zlepšování podporují u společnosti proces KVP.<sup>8</sup>

Proces KVP bude úspěšný pouze tehdy když bude zlepšování probíhat systematicky. Dobrým nástrojem je PDCA cyklus (obrázek 46) s kroky **PLAN** (Plánuj), **DO** (Dělej), **CHECK** (Kontroluj) a **ACT** (Akce).

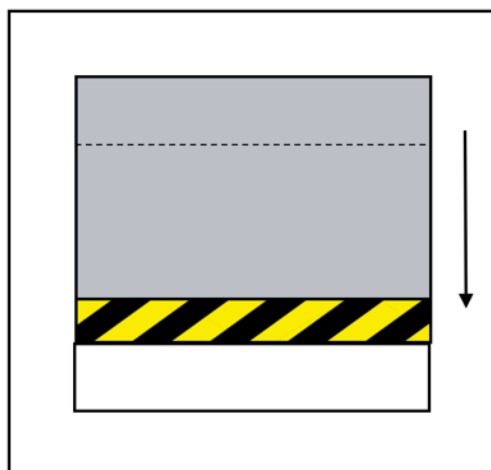


**Obrázek 46** – PDCA cyklus<sup>8</sup>

Pro proces neustálého zlepšování je potřeba aby se každý pracovník účastnil a realizoval své nápady a zlepšení. K tomu slouží několik doporučení pro každého pracovníka podniku:

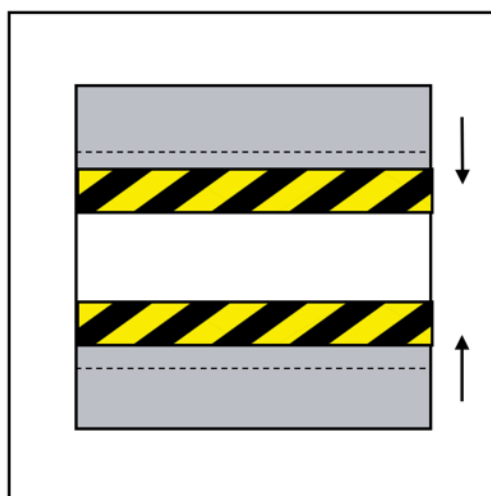
- Chodím po závodě s otevřenýma očima.
- Procesy posuzuji kriticky.
- Projednávám své nápady na zlepšení.
- Pokud vidím plýtvání, mluvím o něm.
- Podporuji zlepšovací opatření.

Příkladem řešení KVP ve spojení s kreativitou a všedností pracovního dne může být úprava ochranných dvířek svařovacího zařízení (obrázek 47).<sup>8</sup>



#### **Předtím:**

Zavřením ochranných dvířek shora dolů vzniká čekací doba pro pracovníka. Tzn. pokud pracovník v době automatické operace zařízení neprovádí nějaký jiný úkon procesu a pouze čeká, tak vzniká plýtvání časového fondu pracovníka.



#### **Potom:**

Výměna za dělené ochranné dvířka, které se zavírají rychleji a tím se snižuje čekací doba dělníka.

**Obrázek 47** – Příklad uplatnění KVP v praxi<sup>8</sup>

Pokud pracovník zjistí jakýkoliv druh plýtvání nebo si neví rady a potřebuje podporu při aplikaci nástrojů BPS, je nejspolehlivější cestou kontaktovat osobu odpovědnou za KVP. Ta disponuje potřebnými metodickými kompetencemi a podpoří pracovníky při dotazech k SMED, MTM analýze a dalších. Také moderuje optimalizační workshopy, pomáhá při realizaci opatření a je často iniciátorem opatření KVP.<sup>7</sup>

### **Interní cena společnosti**

Je to ocenění, kterým jsou hodnoceny a vyznamenávány výkony závodu. Tato cena je propůjčována každoročně. Čím úspěšněji závody realizují VSS, tím je větší pravděpodobnost k získání ocenění. Vliv na umístění mají například kritéria jako

- dosažení cílů úspor,
- využívání a vytváření Best Practise,
- míra účasti při podávání zlepšovacích návrhů,
- aplikace nástrojů VSS (MTM, 5S, atd.) v interních auditech.<sup>8</sup>

### 3.8 Výpočet využití zařízení dle směrnice společnosti

Pro výkaz práce efektivity zařízení slouží ukazatele TEE (Total Equipment Effectiveness) – totální efektivita zařízení ve vztahu k teoretické maximální době v daném období a OEE (Overall Equipment Effectiveness) – celková efektivita zařízení v závislosti na skutečné době kapacity stroje. Pomocí těchto ukazatelů jsou rozeznány potenciály pro snížení výrobních nákladů a pro optimalizaci využití kapacit těchto zařízení. Jejich přehledné stanovení je znázorněno v tabulce 8.

Analýza OEE ukazuje abnormality a vady vzniklé během běžné výroby a je základem pro další vylepšení. Ukazatel OEE jednoho zařízení slouží také pro porovnání se stejným zařízením v různých časech nebo stejném procesu. Výsledkem analýzy je také základ pro předání nového montážního zařízení od zákaznického týmu do výroby závodu.<sup>17</sup>

**Tabulka 7 – Výpočet TEE a OEE dle podnikové směrnice<sup>17</sup>**

<b>TEE % = <math>T_{NP}/T_{Ges}</math> (max. 100%)</b>				
<b><math>T_{Ges}</math> = teoretický maximální dostupný čas (doba)</b> (např. 24 h/den, 7 dní/týden, 1 měsíc, 365 dní za rok)				
<b><math>T_B</math> = obsazenost (doba)</b>				<b><math>T_{NB}</math> = neobsazenost (doba)</b>
<b><math>A_N</math> % = využití zařízení = <math>T_B / T_{Ges}</math> (max. 100 %)</b>				přestávky, svátky, nevyužití kapacit
<b>OEE % = <math>T_{NP} / T_B</math> (max. 100%)</b>				
<b><math>T_N</math> = doba využití</b>	<b>Prostoje</b>			
	<b><math>T_O</math> = organizační prostoje</b>			<b><math>T_T</math> = technické prostoje (chyby, opravy zařízení)</b>
	<b><math>T_R</math> = čas změny</b>	<b><math>T_A</math> = krátkodobé nevyužití kapacit</b>	nedostatek materiálu, dílů, energie, pracovníků provozní chyby	<b><math>T_W</math> = prostoje způsobené údržbou</b>
<b><math>V_F</math> % = faktor dostupnosti = <math>T_N / T_B</math> (max. 100%)</b>				
<b><math>T_{NN}</math> = čistá doba využití</b>		ztráty výkonu		
<b><math>L_F</math> % = faktor výkonosti = <math>T_{NN} / T_N</math> (max. 100%)</b>		takt vyšší než plánovaný		
<b><math>T_{NP}</math> = čistý produktivní čas</b>		ztráty kvality		
<b><math>Q_F</math> % = faktor kvality = <math>T_{NP} / T_{NN}</math> (max. 100%)</b>		zmetky, vícepráce, opakované testování		

- **TEE** – totální efektivita zařízení, ukazuje účinnost strojů pomocí faktoru OEE a využití zařízení.
- **OEE** – celková efektivita zařízení, klíčový faktor ukazující účinnost strojů pomocí jejich dostupnosti, výkonu a kvality.
- **Teoretický max. dostupný čas  $T_{Ges}$**  – neboli teoretický časový fond, je definován jako 365 dní v roce (366 dní u přestupného roku), 7 dní v týdnu nebo 24 hodin denně. Dny v měsíci kopírují kalendářní dny.

- **Doba obsazenosti  $T_B$**  – odpovídá hodinovému modelu pracovní směny se zahrnutím zákonem stanovených přestávek. Čas neobsazenosti  $T_{NB}$  zahrnuje ostatní přestávky, státní svátky, plánované prostoje a další.
- **Doba využití  $T_N$**  – během doby využití pracuje stroj s maximálním nasazením.
- **Čistá doba využití  $T_{NN}$**  – doba využití zařízení ve které byly vyráběny OK a NOK kusy, kterou ovlivňuje ztráta výkonu pracovníka nebo systému.
- **Čistý produktivní čas  $T_{NP}$**  – doba využití zařízení ve které byly vyráběny pouze OK kusy, kterou ovlivňuje pouze ztráta kvality.
- **Organizační prostoje  $T_O$**  – jsou součtem všech prostojů způsobených nedostatkem organizace nebo nedostatečnou přípravou výrobních procesů. Příklady nedostatků způsobující prostoje jsou
  - nedostatek energie,
  - nedostatek součástí a materiálu,
  - nedostatek pracovníků,
  - nesprávné výrobní programy nebo úkoly,
  - opatření k optimalizaci zařízení,
  - kvalitativní přestávky a analýzy,
  - testování,
  - prototypové postupy technického uvolňování,
  - školení a setkání s odbory,
  - nedostatek pracovních míst (odstávkové období),
  - přezbrojení (čas změny – výměna nástrojů), časy nastavení (viz prostoje  $T_R$ ).

**Prostoje  $T_A$**  – krátkodobé prostoje z nevyužití kapacit způsobené např. nedostatkem objednávek (odvolávek) v době kratší než jedna směna. Pokud se tento čas prodlužuje nad trvání jedné směny a je znám předem, odpočítává se tento prostoje od doby obsazenosti  $T_B$ .<sup>15</sup>

**Prostoje  $T_R$**  – čas změny, interní doba pro nastavení zařízení nebo výměnu nástrojů (přezbrojení). Jedná se pouze o časovou periodu, kdy stroj nevyrábí, tzn. musel být pozastaven (při přechodu výroby z produktu A na produkt B).

- **Technické prostoje  $T_T$**  – jsou součtem všech činností údržby, která musela zasáhnout a pozastavit tak chod zařízení. Příkladem technických nedostatků jsou
  - poruchy stroje a jejich odstraňování,
  - zkušební testy po opravách,
  - samotné opravy různých částí zařízení mající vliv na jeho chod,

- chyby v dokumentaci,
- vady materiálu,
- čekání na náhradní díly.
- **Prostoje způsobené údržbou  $T_w$**  – zahrnují veškeré činnosti údržby jako například
  - údržbu stroje (včetně ročního servisu),
  - testování zařízení po provedené údržbě,
  - péče o zařízení (čištění).<sup>17</sup>

### **Měsíční report**

Měsíční reporty těchto ukazatelů, především tedy OEE, jsou důležitou součástí sběru informací z jednotlivých zařízení poskytujících data o jejich využití.

#### **Zařízení nebo linky, které musejí být analyzovány:**

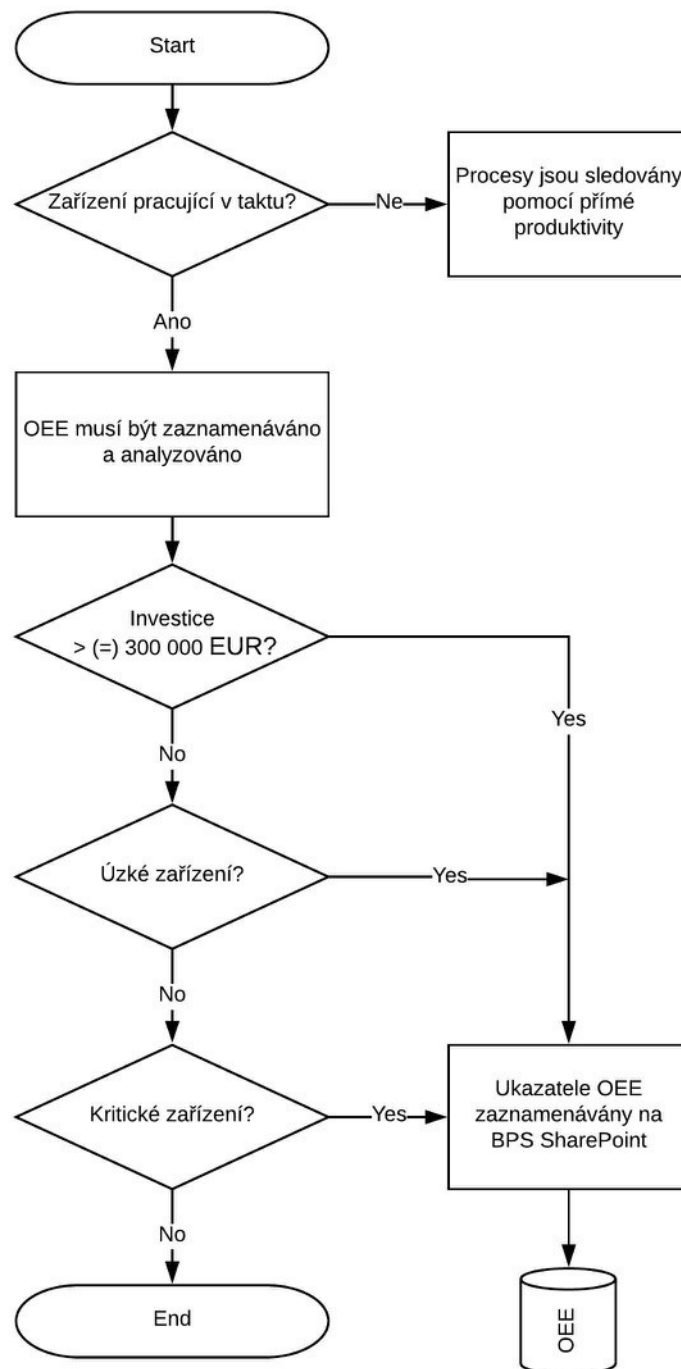
V zásadě musí být OEE zaznamenáváno a analyzováno u zařízeních, které pracují v určitém taktu. Ostatní procesy (tam kde zaměstnanec udává takt výroby) jsou sledovány přímou produktivitou, tzn. počtem vyrobených dílů na operátora (pph – Parts per Head).

#### **Zařízení nebo linky, které musejí být zaznamenávány:**

Musejí být řízeny a zaznamenány podle ZPS – procesního postupu zaznamenávání OEE (obrázek 48). Pokud splňují níže uvedená kritéria, tak musejí být i analyzovány.

- 1) Jednorázová investice 300 000 EUR (cca 7 600 000 Kč) nebo vyšší.
- 2) Úzké zařízení (využití stroje více jak 90%).
- 3) Kritické zařízení (OEE menší než 85% nebo u snížení o více jak 5% za měsíc).

Závody jsou odpovědné za hodnocení a podávání zpráv (každý šestý pracovní den následujícího měsíce).<sup>17</sup>



**Obrázek 48** – ZPS – procesní postup zaznamenávání OEE<sup>17</sup>

## **Výpočet klíčových ukazatelů**

### **TEE – totální efektivita zařízení**

Tento ukazatel udává rezervu kapacity zařízení na základě celkové efektivity zařízení a jeho využití.<sup>17</sup>

$$TEE = OEE \cdot A_N [\%] \quad (1)$$

### **A<sub>N</sub> – využití zařízení**

Označováno také jako kapacita zařízení, ukazující závislost doby obsazení  $T_B$  na teoretické maximální dostupné době  $T_{Ges}$ .<sup>17</sup>

$$A_N = \frac{T_B}{T_{Ges}} [\%] \quad (2)$$

Časový interval pro hodnocení využití zařízení je teoretická maximální doba dostupnosti, např.  $T_{Ges} = 24$  h/den,  $T_{Ges} = 720$  h/měsíc (30 kalendářních dnů).

Doba obsazení je počítána následovně, kde  $T_{NB}$  je doba neobsazenosti.<sup>17</sup>

$$T_B = T_{Ges} - T_{NB} \quad (3)$$

### **OEE – celková efektivita zařízení**

Pro jedno zařízení se OEE vyhodnocuje následovně.<sup>16</sup>

$$OEE = \text{Dostupnost} \cdot \text{Výkon} \cdot \text{Kvalita}$$

$$OEE = V_F \cdot L_F \cdot Q_F \quad (4)$$

$$OEE = \frac{T_{NP}}{T_B} \quad (5)$$

V případě celé linky se OEE vyhodnocuje součinem všech  $OEE_x$  jednotlivých zařízení.<sup>17</sup>

$$OEE_{Ges} = OEE_1 \cdot OEE_2 \cdot OEE_3 \cdot \dots \cdot OEE_x \quad (6)$$

### **V<sub>F</sub> – dostupnost**

Dostupnost  $V_F$  ukazuje podíl doby využití  $T_N$  k době obsazení  $T_B$ .<sup>17</sup>

$$V_F = \frac{T_N}{T_B} [\%] \quad (7)$$

Doba využití je počítána následovně, kde  $T_O$  jsou organizační prostoje,  $T_T$  jsou technické prostoje a  $T_W$  jsou prostoje způsobené údržbou.<sup>17</sup>

$$T_N = T_B - T_O - T_T - T_W \quad (8)$$



### **$L_F$ – výkon**

Výkon  $L_F$  ukazuje aktuální vyrobené díly (OK-díly + NOK-díly) v poměru k plánovanému množství dílů, kde  $T_{NN}$  je čistá doba využití.<sup>17</sup>

$$L_F = \frac{T_{NN}}{T_N} [\%] \quad (9)$$

Počet plánovaných vyrobených kusů se hodnotí následujícím vztahem. Kde se doba taktu zařízení  $t_m$  uloží do pracovního plánu v SAPu. Pracovní náplň je analyzována a popsána pomocí MTM analýzy.<sup>17</sup>

$$M_{Plan} = \frac{T_N}{t_m} \cdot LG_{Plan} [\%] \quad (10)$$

### **Poznámka:**

Výkon zařízení, který udává zaměstnanec, je ovlivněn jeho výkonností. OEE a TEE budou vyhodnocovány pouze u zařízení, které je taktováno samotným zařízením. Proto plánovaná míra výkonu zaměstnanců nemá vliv na množství vyrobených dílů a je definována jako 100%. Další podrobnosti jsou v pracovních instrukcích 028 s obsahem  $t_e$ - $t_m$ - $t_r$  časů a SAP-rate.

### **$Q_F$ – kvalita**

Kvalita  $Q_F$  hodnotí ztráty v případě poruch nebo opravu dílů (víceprací). Součet všech NOK-dílů zahrnují dvojitou kontrolu, opravu nebo zmetky, kde  $T_{NP}$  je čistý produktivní čas.<sup>17</sup>

$$Q_F = \frac{T_{NP}}{T_{NN}} [\%] \quad (11)$$

### **Další hodnocení ukazatele OEE**

Pro řízení a hodnocení procesu je ukazatel OEE ideální.

$$OEE = \frac{\text{Plánované dokončené díly} \cdot t_m}{T_B} [\%] \quad (12)$$

Tento typ výpočtu OEE by neměl být standardem, protože neexistuje způsob, jak odlišit potencionální slabiny procesu.<sup>17</sup>

### **Cílové hodnoty OEE pro všechny závody skupiny**

V okamžiku, kdy je projekt předán závodu a dochází k jeho rozběhnutí, je cílem dosáhnout ukazatele OEE > 65%. U nových výrobních linek se cílová hodnota OEE předem dohodne dokud nedojde k ověření koncepce mezi zadavatelem projektu (plánovačem výroby), odpovědnou osobou za dodávanou technologii a provozovatelem zařízení. Při validaci konceptu je poté definována konečná cílová hodnota OEE, která závisí na koncepci linky, na používaných technologiích, počtu vyráběných variant produktů a jiných kritériích. Cílová hodnota OEE může být během provozu upravována, záleží na změně podmínek procesu, např. při větší rozmanitosti výroby nebo optimalizaci toku hodnot v důsledku neustálého zlepšování procesu.<sup>17</sup>

## 4 Analýza současného stavu výrobního procesu

Prvním krokem analýzy současného stavu výrobního procesu je zadání řešené problematiky dle projektu řízení. Dále na to navazuje představení výrobního týmu a svařovacích zařízení, které jsou předmětem zvyšování ukazatele OEE. Celý projekt zvyšování efektivnosti je řízen a prováděn pomocí metodiky DMAIC, která jasně definuje posloupné kroky pro dosažení stanoveného cíle.

### **Téma (Projekt)**

Zvyšování OEE pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství

### **Oblast**

Přední sedadlové systémy, Svařovací zařízení

### **Sponzor**

Vedoucí:	Týmový vedoucí
Mentor a kolega:	Průmyslový inženýr
Vedoucí projektu:	<b>Tomáš Sečkář</b>
Tým:	<b>MS2</b>

### **Řízení projektu pomocí metody DMAIC**

- Výchozí data 1-12/2017
- Osobní praxe ve výrobní oblasti od 11/2017
- Start projektu 12/2017
- Konec projektu 3/2018

### **Cíl**

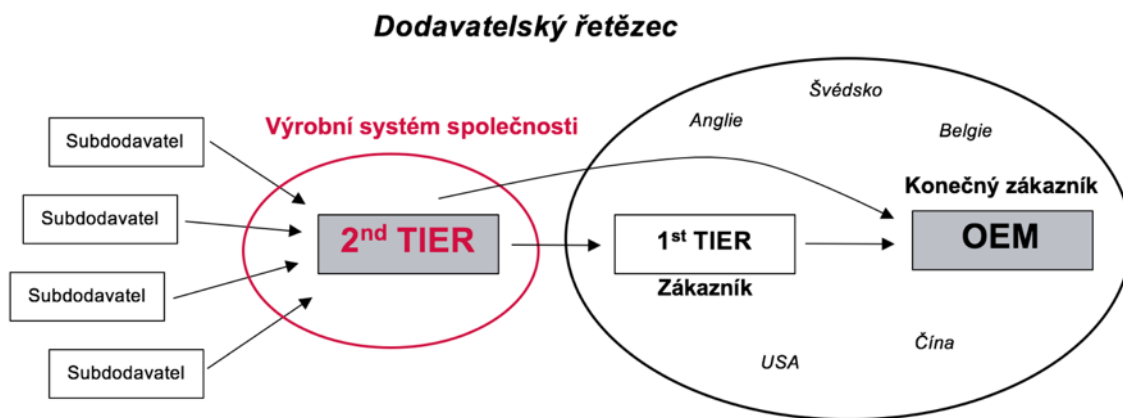
Zlepšení OEE o 5-10 % – dosažení hodnoty 85% OEE

### **4.1 Projektový tým pro přední sedadlové systémy**

Společnost je významným dodavatelem sedadlových systémů předních automobilových výrobců z celého světa. Projektový tým s označením MS2 je zodpovědný především za řízení projektu P311 a SPA. V portfoliu výrobků sedadlových struktur jsou také inovativní, vysoce komfortní a plně elektricky ovládané varianty.

## Zákazníci

Dodavatelský řetězec (obrázek 49) je tvořen **druhým pilířem** (2<sup>nd</sup> tier – naše výrobní společnost), které dodávají vybraní subdodavatelé. Zákazníkem je první pilíř (1<sup>st</sup> tier) a nebo konečný zákazník (OEM – Original Equipment Manufacturer). Těmto zákazníkům se dodává do celého světa, do zemí EU (Švédsko, Belgie, Anglie), do Číny a USA.



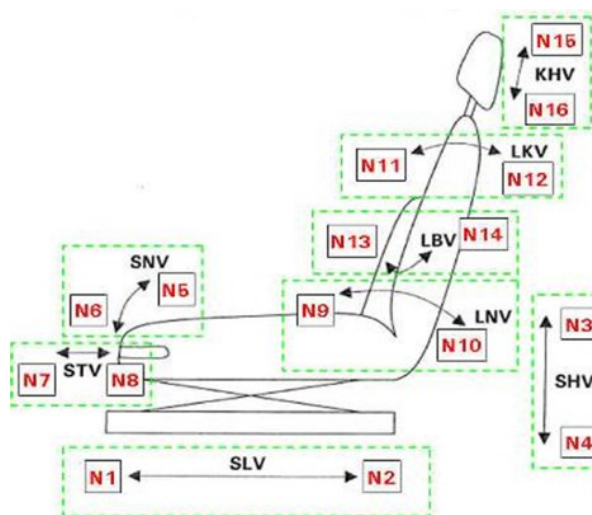
**Obrázek 49** – Dodavatelský řetězec společnosti

## Výroba

- Výroba šín, rámců
- Lisování, svařování, nýtování
- Lakování
- Montáž sedáků
- Montáž opěrek
- **25 000 struktur za týden**
- Výroba 5-7 dní v týdnu
- **Expedice 7-9 kamionů denně**

## Funkce sedadlové struktury

- Elektrické a manuální polohovače a jejich funkce (obrázek 50)
- Top až 8 možných elektrickým polohovačů
- **Vysoký komfort**
- **Vysoká kvalita**



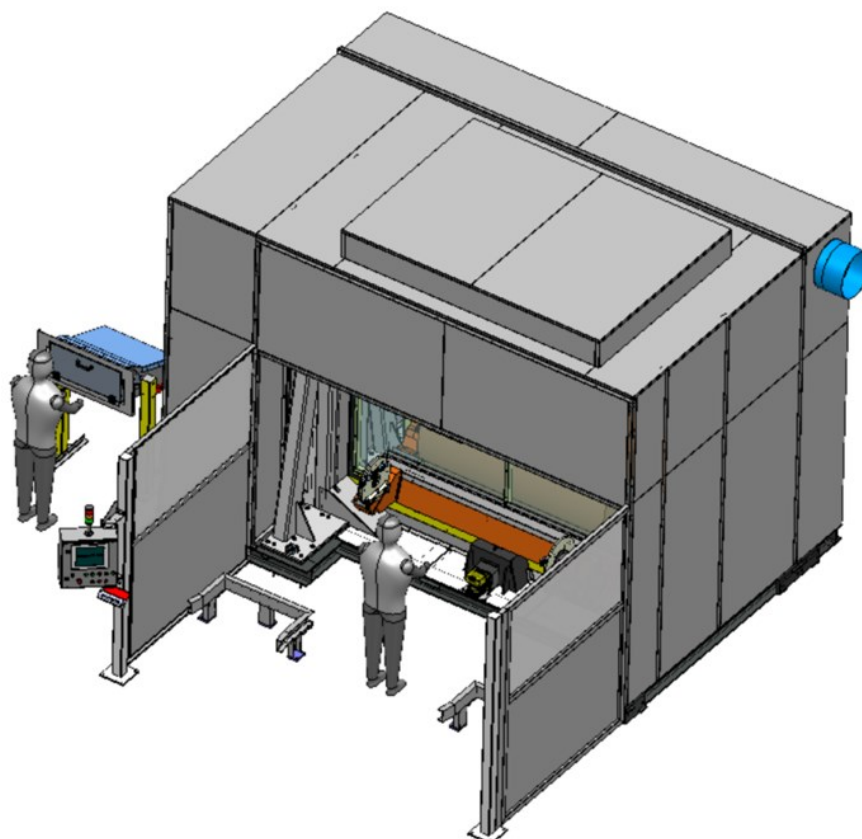
**Obrázek 50** – Funkce sedadla



**Obrázek 51** – Ilustrační struktura

## 4.2 Specifikace svařovacích zařízení

Předmětem zvyšování ukazatele OEE jsou svařovací zařízení 5 a 14, dále jen Zařízení 5 a 14. Procesně jsou tato zařízení podobná, zpracovávají totiž stejný typ výrobku. Liší se pouze projektem výroby, některými procesními kroky, parametry procesu a dalšími. Zařízení 5 zpracovává opěrky předních sedadlových struktur pro vybíhající projekt P311 a Zařízení 14 zase pro nový projekt SPA.



**Obrázek 52** – Ilustrace svařovacího zařízení

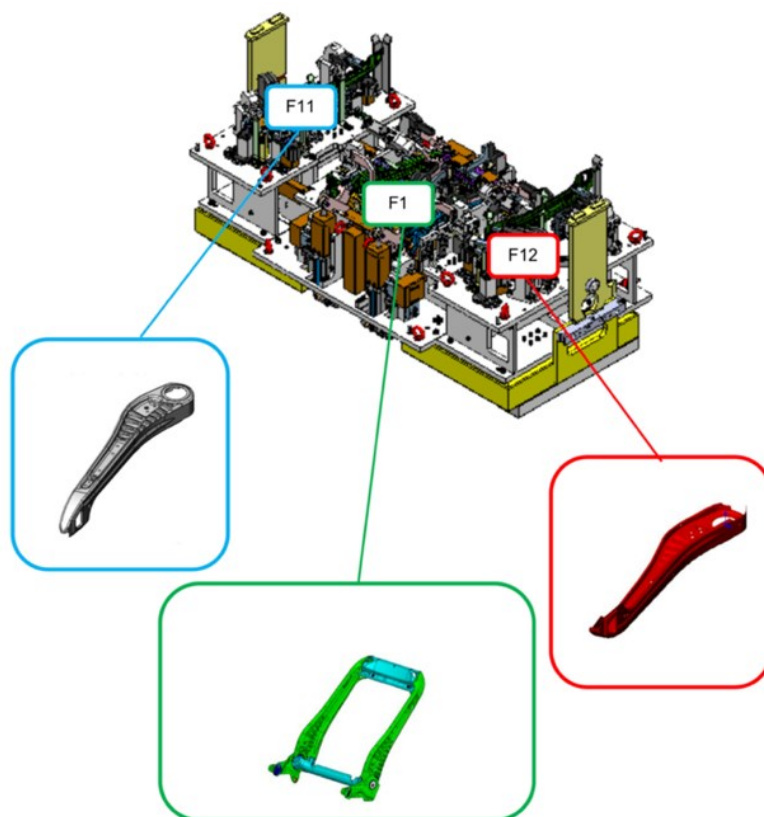
Dodavatelem zařízení je společnost, která se zaměřuje na řešení v oblasti automatizace, robotiky a spojovacích metod.

### **Popis zařízení:**

Buňka je vybavena dvojitým otočným stolem, vkládací stanicí a svařovací stanicí. Proces svařování zajišťuje jeden robot se skenovací optikou Trumpf. Svary jsou zhotovovány postupně po skupinách. V přechodech mezi skupinami svařování neprobíhá. Během svařovacího procesu zakládá obsluha nové díly. Svařené díly obsluha vyjímá. Vadné díly jsou dopravovány zpět k obsluze a vyjímány rovněž ručně.

Oblast otáčení stolu je zajištěna svislou světelnou oponou a podlahovým skenerem. Přípravek je uchycen pomocí jednoduchého výměnného systému.

Svařovací přípravek je rozdělen na tři části F1, F11 a F12 (obrázek 53). Založením dílů do bočních přípravků F11 a F12 jsou svařeny bočnice opěrky, které se dále vkládají do středového přípravku F1 společně s horní a dolní traverzou. Tento cyklus probíhá současně. Dochází k odebrání svařených bočnic z F11 a F12 a založení do F1 společně s traverzami. Do F11 a F12 se zakládají díly pro svaření bočnic (plechová bočnice a kloub). Při otočení přípravku dochází k procesu svařování, kdy obsluha vyjímá svařenec opěrky a zakládá nové díly.



**Obrázek 53** – Svařovací přípravek a výsledné svařence

Detailní pohled na díly vstupující do sestavy opěrky a pozice svarů, které zařízení ve svém cyklu provede jsou znázorněny na obrázku 54.



**Obrázek 54** – Pozice svarů sestavy opěrky

Časový fond zařízení je 24 h/den – 3 směnný provoz s předem stanoveným časem přestávek a čištění (tabulka 8).

**Tabulka 8** – Rozvrh přestávek a čištění na Remotelaser

Rozvrh přestávek		
Ranní směna	Odpolední směna	Noční směna
8:00–8:10	16:00–16:10	00:00–00:10
11:10–11:30	17:30–17:50	02:00–02:20
Rozvrh čištění		
13:45–13:55	21:45–21:55	5:45–5:55

## 5 Řízení projektu pomocí metody DMAIC

Metodika DMAIC je založená na přístupu k řešení problémů. Vychází z principu neustálého zlepšování. Pro již zaběhnuté procesy, které jsou specifikovány pro tento projekt, je tato metoda skvělým nástrojem pro zlepšování efektivity, kvality a jiných kritérií procesu. Následující podkapitoly popisují řešení projektu zvyšování OEE pomocí pěti kroků modelu DMAIC (obrázek 55).



Obrázek 55 – DMAIC proces

### 5.1 Definování (Define)



Popsání projektu bylo již uvedeno v kap. 4, kde bylo určeno zadání projektu. Při definování cílů každého projektu je vhodné držet se pěti základních kritérií vycházejících z pravidla SMART:<sup>18</sup>

- **Specific** – specifikované (v obsahu, množství, kvalitě, čase).
- **Measurable** – měřitelné.
- **Agreed** – akceptované (ostatní s nimi souhlasí).
- **Realistic** – reálné (musí být dosažitelné a přiměřené).
- **Trackable** – sledovatelné (možnost ověření jejich postupného plnění).

Při definici projektu se zodpoví základní otázky:

**Co?** Zvyšování OEE pomocí vybraných metod průmyslového inženýrství

**Kde?** Svařovací zařízení 5 a 14 (dále jen Zařízení 5 a 14)

**Kdy?** Listopad 2017 – Březen 2018

**Kolik?** **Zařízení 5:** OEE = 70 % a **Zařízení 14:** OEE = 75 %

**Cíl:** Cílem je zlepšení OEE o 5-10% = **85% OEE**, tzn. zvýšení celkové efektivnosti zařízení a snížení nákladů.



## 5.2 Měření (Measure)

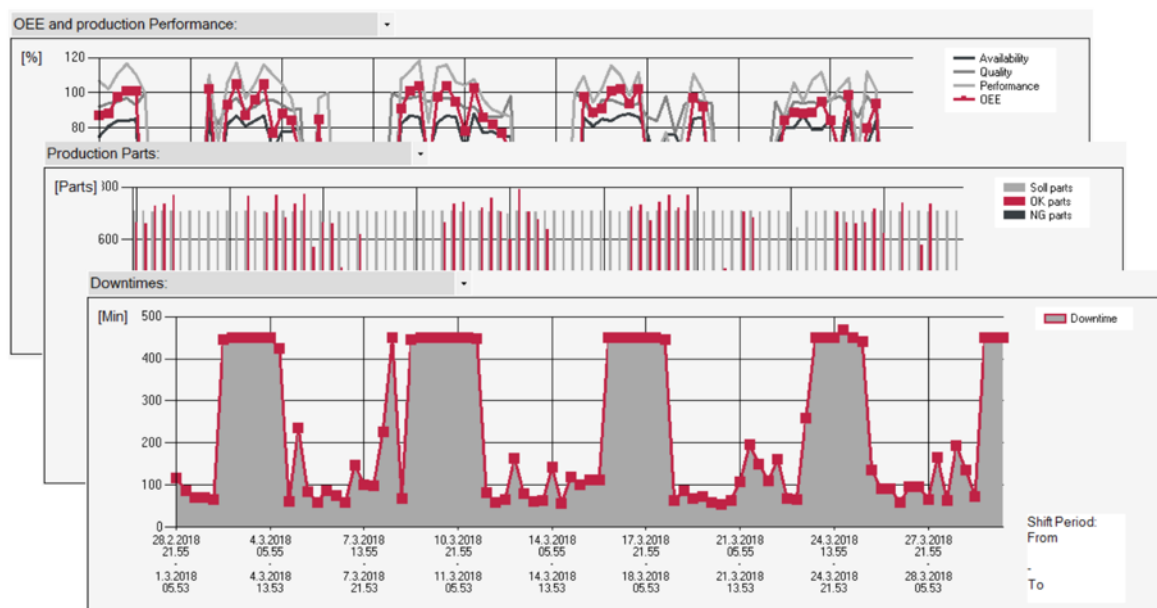


Pro sběr dat je použit OEE report pro jednotlivá zařízení závodu, který vychází z výkazů práce zapisovaného mistry nebo seřizovači. Informace o využití, výkonu, kvalitě a prostojích se zapisují a dopočítávají do standardizovaných souborů v MS Excel do dní v měsíci a jednotlivých směn dne (obrázek 56).

01.01.2018									
Übersicht									
		1. Schicht	2. Schicht	3. Schicht					
Ständertiefen (celková doba trvání) měsíc leden		44 640,00 min	1 440,00 min	480,00 min	480,00 min				
Doba obsazení linky vč. přestávky (při obsazení stroje ve sledování)		23 520,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min				
Smíšené nářadí přestávky (AT) počet směn / přestávka na směnu		1 470,00 min							
Využití zařízení		60,4%							
Celková obsazená směna / 8 obs. směnných narazeno		22 050,00 min							
Organizační výpadek zaskba A <sub>0</sub>		5,8%							
Organizační prostoj T <sub>0</sub>		1268,00 min							
Keine Aufträge / Nicht plan		240,00 min							
Keine Gestelle / Nedostatek závěsů		140,00 min							
Neue MA Schulung / Zaučení nového pracovníka		295,00 min							
Rüsten / Přebíjení		295,00 min							
Schulung / Besprechung / Školení / Porady		295,00 min							
Warten auf Einrichter / Čekání seřizovače - problém		295,00 min							
Materialfehler / Kvalitativní vada materiálu		295,00 min							
Čekání na Výsledek vzorku		295,00 min							
Warten auf Schichtleiter / Čekání na laborator		295,00 min							
Stromausfall / Výpadek proudu		295,00 min							
Besuche, Audit / Návštěva, Audit		45,00 min							
Porucha dviř		45,00 min							
nedostatek personálu		45,00 min							
výroba 1MA		45,00 min							
Přetřepání		45,00 min							
manipulace s materiálem		45,00 min							
Organizační prostoj TA (výroba není plánovaná na celou směnu)		200,00 min							
zaskok na jiném stroji		60,00 min							
Servisní kontrola Trumpf		60,00 min							
Pravidelná údržba ABB		60,00 min							
40 NIO ČEKÁNÍ NA SERVIS		60,00 min							
Technický prostoj (zařízení) A <sub>1</sub>		1834,00 min							
Technický výpadek (čas) T <sub>1</sub>		89,00 min							
Výměna skel		89,00 min							
Störung 4D / Porucha 4D		89,00 min							
Störung Simatic / Porucha SIMATIC		89,00 min							
Reinigung / Čištění přípravku		89,00 min							
Korrekce svárů během výroby		89,00 min							
Probleme mit Sensor / Seřízení - výměna díla		89,00 min							
Werkzeug-Einstellung 1 / Seřízení, oprava přípravku 1		89,00 min							
Werkzeug-Einstellung 2 / Seřízení, oprava přípravku 2		89,00 min							
Einstellen nach SK-Prüfung / Seřízení náměrů díla SK		89,00 min							
Störung Roboter / Porucha Robota ABB		89,00 min							
Trumpf reset / Reset Trumpfu		89,00 min							
BC Controller, Home position / Home police		89,00 min							
Kalibrierung oder Austausch Festo Zylinder / Seřízení výměna válce		89,00 min							
SICK Störung / Porucha SICKu		89,00 min							
Stillstand aufgrund Lichtschranke / Porucha světelné zátky		89,00 min							
Systemfehler / Systémová chyba		89,00 min							
Porucha dviř		89,00 min							
Optisches Kabel tauschen / Výměna optického kabelu		89,00 min							
Austausch der Pipelines / Výměna propílených hadic		89,00 min							
Pumpen kontrollieren bzw. wechseln / Seřízení ručových bodů		89,00 min							
Störung Laser / Porucha Lasern Trumpf, výměna lamp		89,00 min							
Fehler Kuehlsystem Laser / Porucha chladičského systému Laser		89,00 min							
Falsche Tischposition / Nedodržení stolu		89,00 min							
Übrage programm, testy		89,00 min							
Porucha odesávání		89,00 min							
Probleme bei Roboter / Seřízení - výměna díla		89,00 min							
Werkzeug-Einstellung 1 / Seřízení, oprava přípravku 1		89,00 min							
Werkzeug-Einstellung 2 / Seřízení, oprava přípravku 2		89,00 min							
Einstellen nach SK-Prüfung / Seřízení náměrů díla SK		89,00 min							
Störung Roboter / Porucha Robota ABB		89,00 min							
Trumpf reset / Reset Trumpfu		89,00 min							
BC Controller, Home position / Home police		89,00 min							
Kalibrierung oder Austausch Festo Zylinder / Seřízení výměna válce		89,00 min							

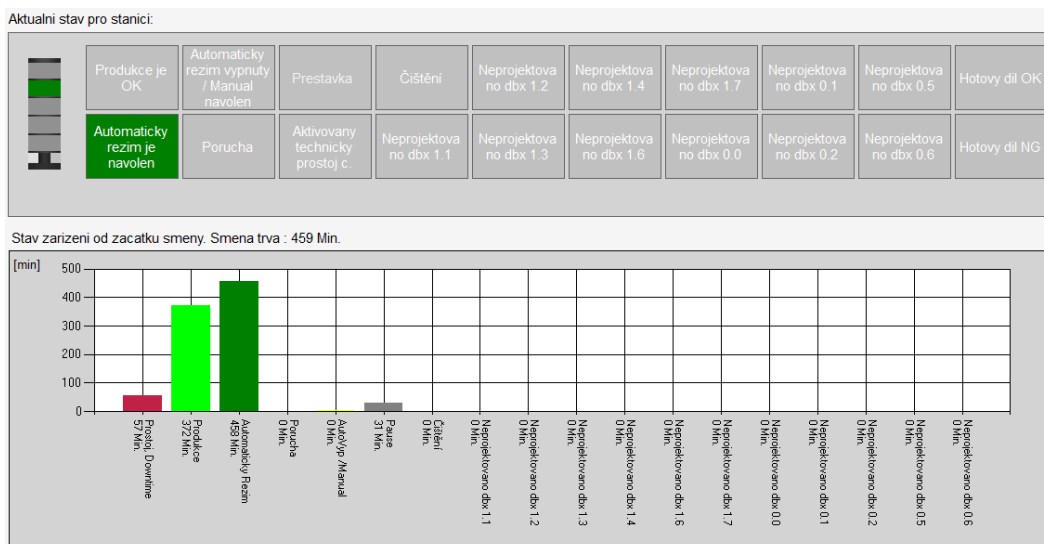
Technický prostoj (zařízení) A <sub>1</sub>		8,8%					
Technický výpadek (čas) T <sub>1</sub>		1934,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	
		89,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min</	

Prostředí systému je uživatelsky přívětivé a programovatelné dle požadavků sledování výroby. Nasbíraná data lze přenést do tabulkového procesoru.



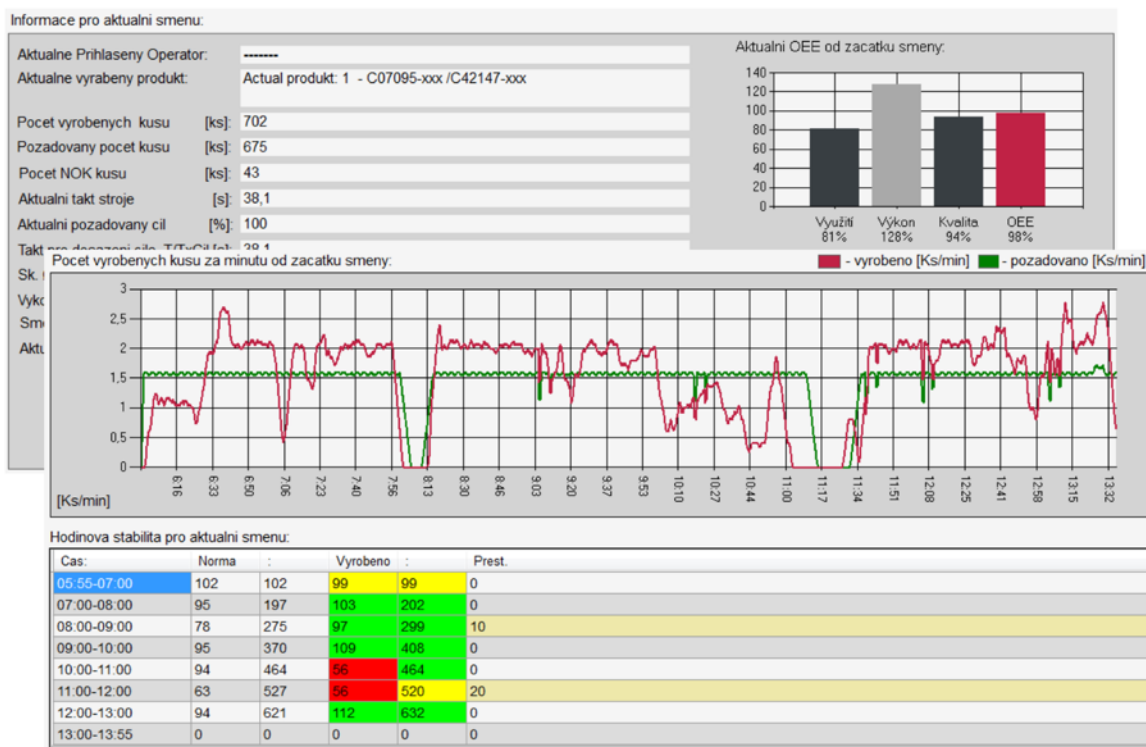
**Obrázek 58** – Monitorování zařízení s využitím grafů<sup>20</sup>

Obrázek 59 ukazuje využití grafického znázornění OEE a výkonosti (Performance), produkci (Production Parts) a prostojích (Downtimes) za sledované období ve vnitropodnikovém systému. Dalšími nástroji tohoto systému je sledování aktuálního stavu zařízení (obrázek 60).



**Obrázek 59** – Monitorování aktuálního stavu zařízení<sup>20</sup>

Dalšími funkcemi je sledování aktuální směny (obrázek 61), doplněné informacemi o vyráběné variantě výrobku, taktu zařízení a hodinovém plánu výroby ve srovnání se skutečností.



**Obrázek 60** – Monitorování aktuální směny v LMS<sup>20</sup>

Systém nabízí ještě další funkce, ale aktuálně není plnohodnotně využíván. U analyzovaných zařízení není systém dostatečně nastaven pro sběr relevantních dat. Proto jsou požadované informace o zařízeních sbírána z OEE reportů.

### 5.3 Analýza a zlepšení (Analyse and Improve)



Analyse and Improve, neboli analýza a zlepšení, jsou nejrozsáhlejší částí tohoto projektu. Tyto dva kroky metodiky DMAIC spolu bezprostředně souvisí, jsou proto z důvodu přehlednosti zpracovaných dat sloučeny dohromady. Pro identifikaci jsou v následujícím textu klíčové informace označeny vlaječkami, které jsou rozlišeny barvami. Žlutou barvou je znázorněna identifikace problému nebo také analýza (A) a zelenou barvou zase provedené zlepšení (I). Číslovkou je označena jejich posloupnost. Totožné číselné označení obou skupin vlaječek spolu koresponduje. Pro orientaci je tato metodika popsána na obrázku 61.



Obrázek 61 – Metoda označování milníků

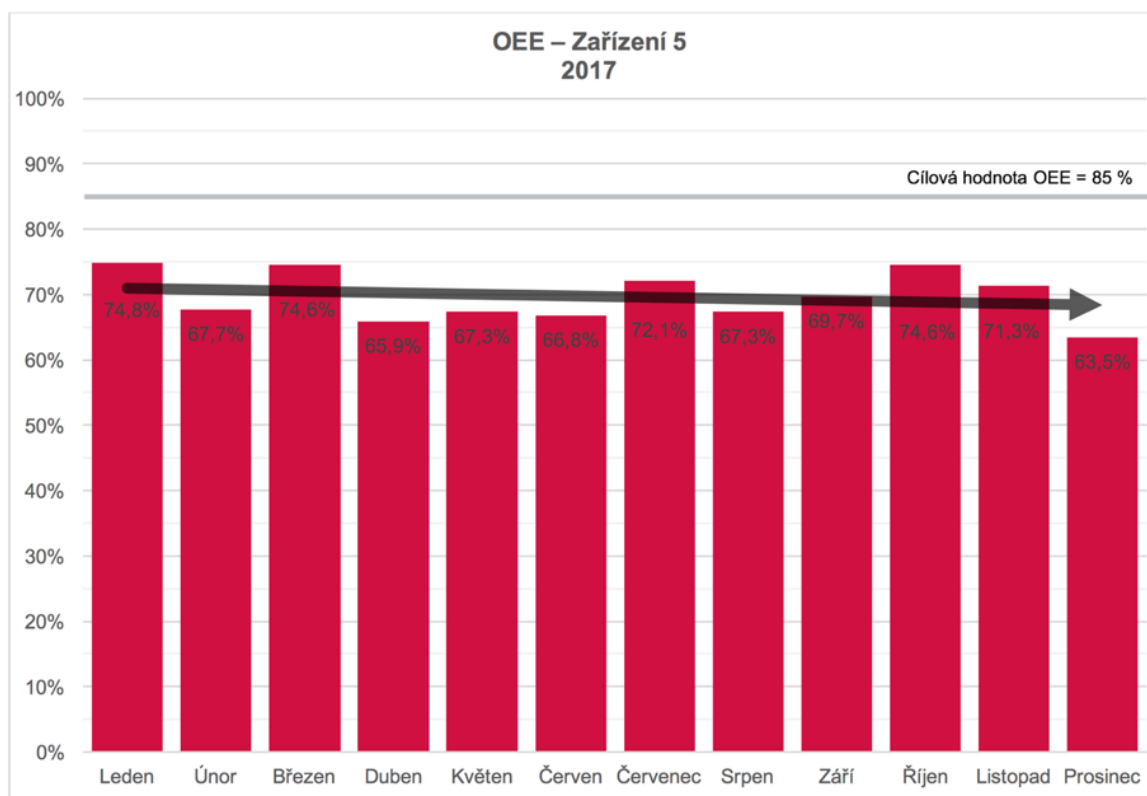
#### Analýza (Zařízení 5) 2017

Nejprve se shromáždila data ze Zařízení 5 za rok 2017 do přehledné tabulky 9, která obsahuje celkový stupeň využití (**Utilization**), výkonnostní efektivitu, tzn. produktivitu pracovníka (**Performance**), RFT (Right First Time – počet výrobků vyrobených napoprvé), neboli míra kvality (stupeň dobrých dílů vyrobených v řádném čase (**Quality**) a **OEE**. Také zaznamenává zapisované prostoje v procentuálním vyjádření k plánované výrobě (prostoje na nutnou údržbu, organizační a technické prostoje).

Tabulka 9 – Data Zařízení 5 2017 <sup>19</sup>

Zařízení 5 2017	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Organizační prostoje	17,4%	20,2%	16,0%	24,9%	26,7%	31,4%	19,1%	7,8%	7,9%	4,6%	2,6%	4,1%
Technické prostoje	2,8%	3,3%	3,7%	4,9%	3,7%	5,3%	6,7%	13,4%	10,7%	7,9%	12,4%	9,2%
Prostoje na nutnou údržbu	0,0%	0,0%	0,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,9%	5,9%
<b>Utilization</b>	<b>79,7%</b>	<b>76,6%</b>	<b>80,4%</b>	<b>69,1%</b>	<b>69,7%</b>	<b>63,2%</b>	<b>74,1%</b>	<b>78,8%</b>	<b>81,3%</b>	<b>86,7%</b>	<b>84,0%</b>	<b>80,8%</b>
<b>Performance</b>	<b>94,0%</b>	<b>88,5%</b>	<b>92,9%</b>	<b>95,7%</b>	<b>97,0%</b>	<b>105,9%</b>	<b>97,5%</b>	<b>85,8%</b>	<b>85,9%</b>	<b>86,2%</b>	<b>85,1%</b>	<b>78,9%</b>
<b>Quality</b>	<b>99,8%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,8%</b>	<b>99,6%</b>	<b>99,6%</b>	<b>99,8%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,6%</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,8%</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,6%</b>
<b>OEE</b>	<b>74,8%</b>	<b>67,7%</b>	<b>74,6%</b>	<b>65,9%</b>	<b>67,3%</b>	<b>66,8%</b>	<b>72,1%</b>	<b>67,3%</b>	<b>69,7%</b>	<b>74,6%</b>	<b>71,3%</b>	<b>63,5%</b>

Pro porovnání ukazatele OEE jednotlivých měsíců jsou data zanesena do grafu (obrázek 62). V roce 2017 nedosáhlo zařízení ani v jednom měsíci požadovaného cíle OEE 85 %.



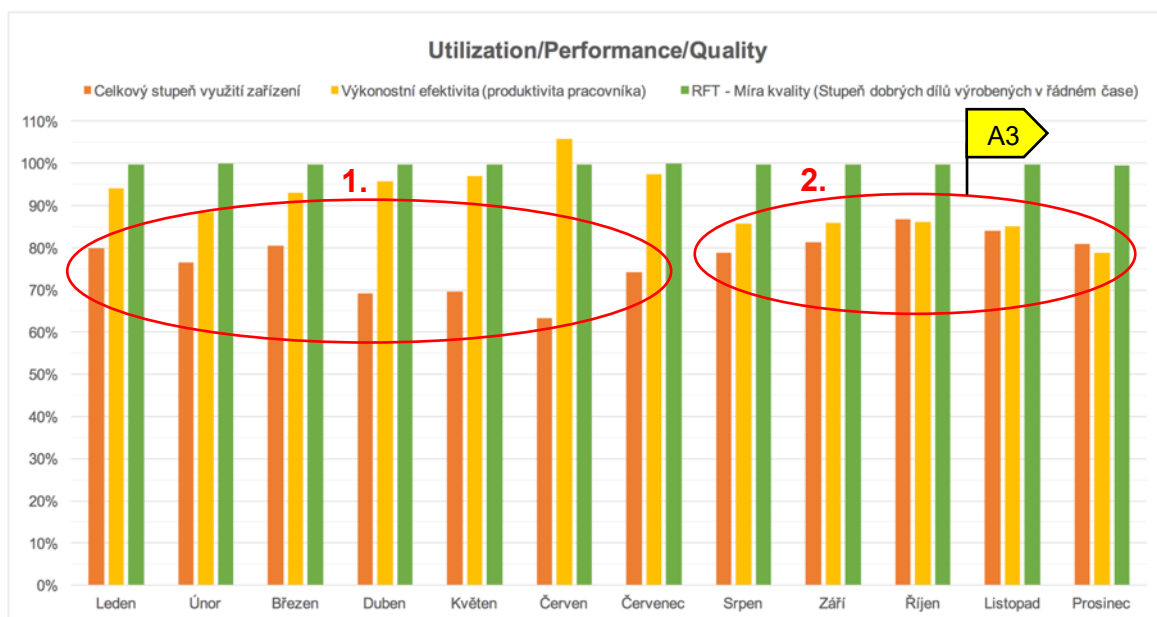
**Obrázek 62 – Zařízení 5 OEE 2017**

Trend ukazuje pokles efektivity zařízení, pravděpodobně především z důvodu nižších odvolávek ze strany zákazníka, které se promítly na efektivnosti zařízení a jeho využití vlivem prostojů.

Pro podrobnější analýzu je efektivnost zařízení znázorněna na obrázku 63 pomocí tří faktorů určujících OEE, a to Utilization, Performance a Quality. Z grafu je zřejmé nedosažení celkového stupně využití zařízení, které bylo v průměru celého roku kolem 77 %. Dalším místem pro analýzu je období od srpna do prosince, kde výkonnost klesla na úroveň využití zařízení. Proto je dále analýza rozdělena podle problémových oblastí na:

- 1. Snížení celkového stupně využití (A1, A2)**
- 2. Snížení výkonnostní efektivity (A3)**

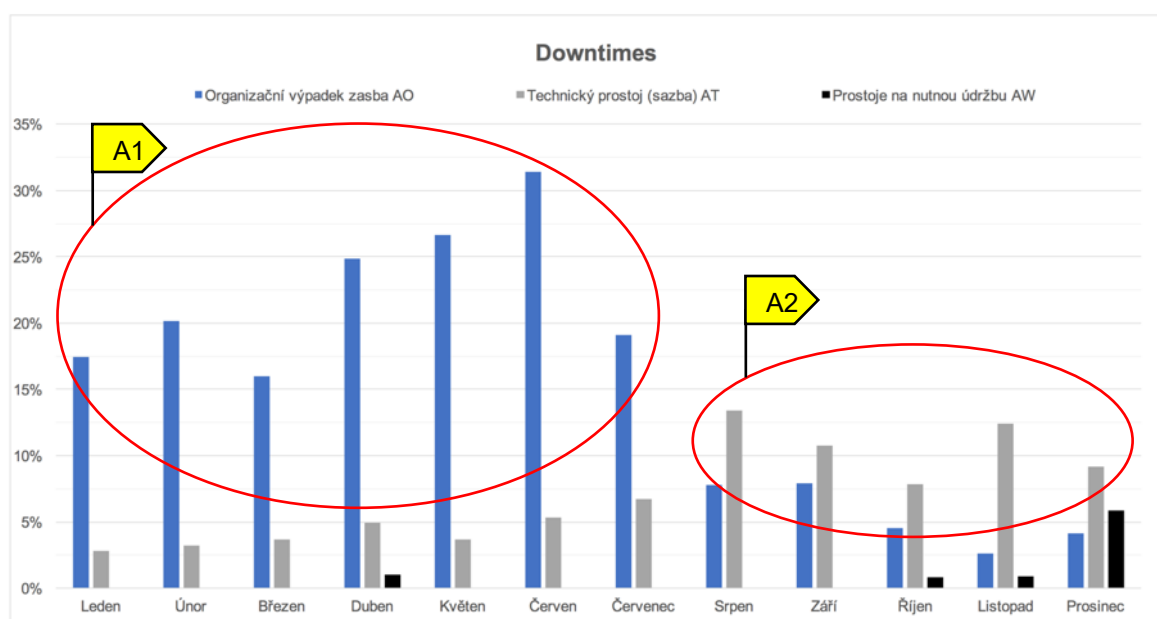
Je potřeba také uvést, že v období července a srpna docházelo k třítydenní odstávce. Do tohoto období pracovalo Zařízením 5 paralelně s totožným svařovacím strojem (Zařízení 9) vyrábějící opěrky pro projekt P311. Proto bylo Zařízení 9 přizpůsobeno pro projekt SPA a doplnilo tak Zařízení 14, které je analyzováno níže. V tomto období jsou ve shromážděných datech a grafech patrné odchylky a změny vývoje.



Obrázek 63 – Zařízení 5 Utilization/Performance/Quality 2017

### 1. Snížení celkového stupně využití

Jelikož se využití zařízení v období od ledna do července snižuje s růstem výpadků, jsou na dalším grafu procentuálně znázorněny tři skupiny prostojů. Výpadky zařízení (Downtimes) je pro zvýšení efektivity zařízení a jeho využití potřeba eliminovat. Z obrázku 64 jsou patrná procentuální vyjádření všech tří skupin zaznamenávaných prostojů, a to organizační výpadky, technické prostoje a prostoje na nutnou údržbu. Po provedené odstávce a odstranění jednoho zařízení je od srpna 2017 patrný pokles organizačních prostojů způsobený pravděpodobně větším vytížením stroje a zvýšení technických výpadků, které jsou rozebrány v analýze 2.



Obrázek 64 – Zařízení 5 Downtimes 2017

V období od ledna do července 2017 jsou **organizační prostoje** výrazně vyšší, což kopíruje trend celkového využití zařízení a nejvíce jej ovlivňuje (obrázek 62). Nejprve se analyzovaly organizační výpadky, a proto byla sestavena tabulka 10 se seznamem a četností všech organizačních prostoje. Ty jsou řazeny tak, jak uvádí report OEE pro Zařízení 5. Pro podporu analýzy došlo k jejich ročnímu součtu a zvýraznění právě těch vyskytlých.

**Tabulka 10 – Organizační prostoje Zařízení 5 2017** <sup>19</sup>

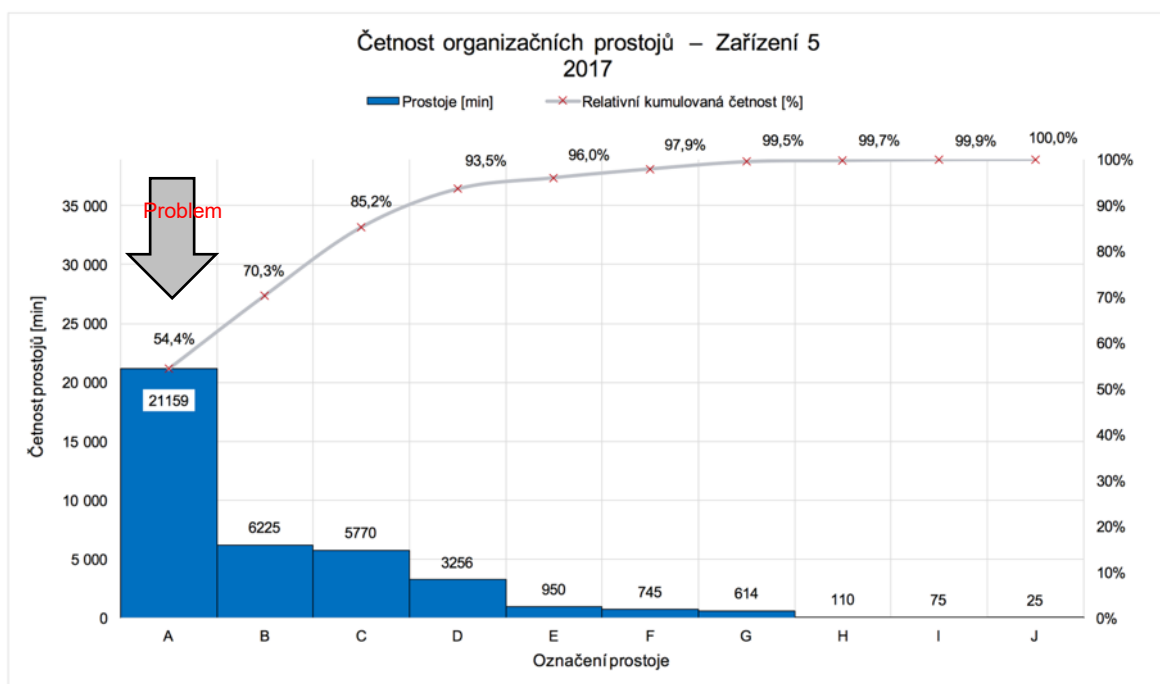
Organizační prostoje [min]	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	Celkem
Organizační prostoje (výroba není plánovaná na celou směnu)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nedostatek personálu</b>	1385	950	792	936	697	725	115	215	50	278	82	0	<b>6225</b>
<b>Nedostatek dílů</b>	0	0	0	0	0	0	200	660	20	70	0	0	<b>950</b>
<b>Nedostatek závěsů</b>	140	1414	1411	878	335	265	0	445	450	232	165	35	<b>5770</b>
<b>Přezbrojení</b>	260	250	570	200	456	140	80	360	220	360	260	100	<b>3256</b>
<b>Vada materiálu</b>	10	0	120	60	65	130	0	75	70	50	45	120	<b>745</b>
Dodatečná kontrola kvality	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Čekání na laboratoř	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Čekání na seřizovače - problém</b>	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	<b>25</b>
Zaučení nového pracovníka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Záskok na jiném stroji	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Nový projekt</b>	0	0	60	0	0	0	175	0	379	0	0	0	<b>614</b>
Školení/Porady	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Výpadek proudu</b>	0	0	0	0	50	0	0	20	0	30	10	0	<b>110</b>
<b>Poka-Yoke zkouška</b>	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	30	0	<b>75</b>
Vyhodnocení procesu VMT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ostatní</b>	0	0	0	65	200	0	30	90	100	255	0	30	<b>770</b>
<b>Ostatní</b>	2130	2470	1760	2787	4075	6307	605	55	30	0	140	30	<b>20389</b>

Ze seznamu organizačních prostoje z tabulky 10 byly vyfiltrovány zaznamenané prostoje, které se za rok 2017 na Zařízení 5 vyskytly. Výpadky označené jako „ostatní“, které jsou bez patřičné identifikace se sečetly dohromady. Celkové prostoje byly dále seřazeny sestupně dle četnosti v tabulce 11, byly dopočítány kumulované hodnoty a relativní kumulovaná četnost. Takto upravená data byla zpracována pomocí Paretovy analýzy 1.

**Tabulka 11 – Četnost organizačních prostožů Zařzení 5 2017**

	Prostoje [min]	Označení	Kumulované hodnoty [min]	Relativní kumulovaná četnost [%]
<b>Ostatní</b>	21159	<b>A</b>	21159	54,35%
<b>Nedostatek personálu</b>	6225	<b>B</b>	27384	70,34%
<b>Nedostatek závěsů</b>	5770	<b>C</b>	33154	85,17%
Přezbrojení	3256	D	36410	93,53%
Nedostatek dílů	950	E	37360	95,97%
Vada materiálu	745	F	38105	97,88%
Nový projekt	614	G	38719	99,46%
Výpadek proudu	110	H	38829	99,74%
Poka-Yoke zkouška	75	I	38904	99,94%
Čekání na seřizovače - problém	25	J	38929	100,00%

Z výsledků Paretovy analýzy 1 (obrázek 65) jsou známé nejvyšší četnosti prostožů rozdělené do skupin pod označením A, B, C. Přes 21 000 min (cca 350 hod/rok) bylo zařazeno pod tzv. nepojmenované prostoje, v tomto případě skupina **A (ostatní)**. Za těmito neznámými výpadky následují prostoje z nedostatku personálu (sk. B) a prostoje z nedostatku závěsů (sk. C).



**Obrázek 65 – Paretova analýza 1 – organizační prostoje Zařzení 5 2017**



Z obrázku 64 je také patrné zvýšení **technických prostojů** v období od srpna do konce roku, kdy se snížila kapacita výroby opěrek pro projekt P311 o Zařízení 9. Toto zvýšení výpadků společně se snížením výkonu má za následek klesající trend OEE na Zařízení 5 v roce 2017. Následný postup je totožný s analýzou A1. Seznam technický prostojů je uveden v tabulce 12.

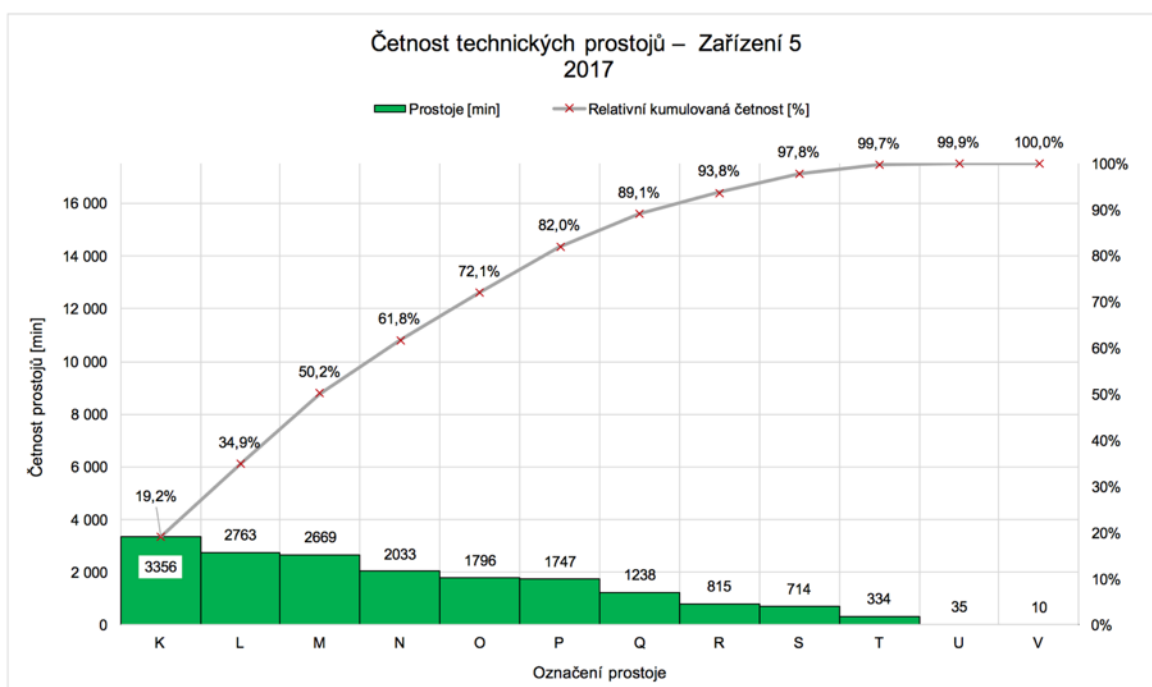
**Tabulka 12 – Technické prostoje Zařízení 5 2017**<sup>19</sup>

Technické prostoje [min]	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	<b>Celkem</b>
Elektrické prostoje	35	40	79	41	70	45	0	84	75	95	110	40	714
Mechanické prostoje	44	50	115	85	75	35	10	448	275	46	55	0	1238
Seřízení a kalibrace	0	0	15	0	20	0	0	0	0	0	0	0	35
Zvláštní	185	190	270	180	265	215	40	314	160	370	350	130	2669
Výměna I.O. etiket	0	99	20	0	10	20	0	15	0	30	90	50	334
Výměna černé kopírovací pásky	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10
Porucha tiskárny	50	190	55	50	30	140	0	175	245	140	853	105	2033
Zaučení pracovníka	25	10	104	307	125	715	120	655	397	315	455	128	3356
Výpadek EOLT 1	145	75	45	245	55	85	65	825	326	433	370	94	2763
Výpadek EOLT 2	105	70	45	50	75	0	20	250	0	302	780	50	1747
Sjíždění na EOLTu	30	0	290	0	0	25	0	240	180	50	0	0	815
Ostatní	15	10	0	0	0	17	0	10	70	25	10	15	172
Ostatní	0	0	0	0	0	0	0	30	0	20	86	0	136
Ostatní	0	65	0	0	0	0	160	200	60	165	200	25	875
Ostatní	0	5	0	0	60	0	0	0	0	40	0	0	105
Ostatní	0	15	20	20	20	0	0	70	0	40	47	32	264
Ostatní	0	0	20	0	0	0	0	10	0	123	56	35	244

Ze seznamu technických prostojů byly výpadky seřazeny sestupně do tabulky 13 společně s potřebnými propočty a byla provedena Paretova analýza 2 (obrázek 66).

**Tabulka 13 – Četnost technických prostojů Zařízení 5 2017**

	Prostoje [min]	Označení	Kumulované hodnoty [min]	Relativní kumulovaná četnost [%]
<b>Zaučení pracovníka</b>	3356	K	3356	19,17%
<b>Výpadek EOLT 1</b>	2763	L	6119	34,95%
<b>Zvláštní</b>	2669	M	8788	50,19%
<b>Porucha tiskárny</b>	2033	N	10821	61,80%
<b>Ostatní</b>	1796	O	12617	72,06%
<b>Výpadek EOLT 2</b>	1747	P	14364	82,03%
Mechanické prostoje	1238	Q	15602	89,10%
Sjíždění na EOLTu	815	R	16417	93,76%
Elektrické prostoje	714	S	17131	97,84%
Výměna I.O. etiket	334	T	17465	99,74%
Seřízení a kalibrace	35	U	17500	99,94%
Výměna černé kopírovací pásky	10	V	17510	100,00%



**Obrázek 66** – Paretova analýza 2 – technické prostoje Zařízení 5 2017

Z této analýzy jsou podle pravidla 80:20 nejčetnější výpadky skupiny K-P vyznačené v tabulce 13. Jako u analýzy A1 se ve vybraných prostojích nalézají nepojmenované a neidentifikované prostoje (sk. **O – Ostatní**).

## 2. Snížení výkonnostní efektivity

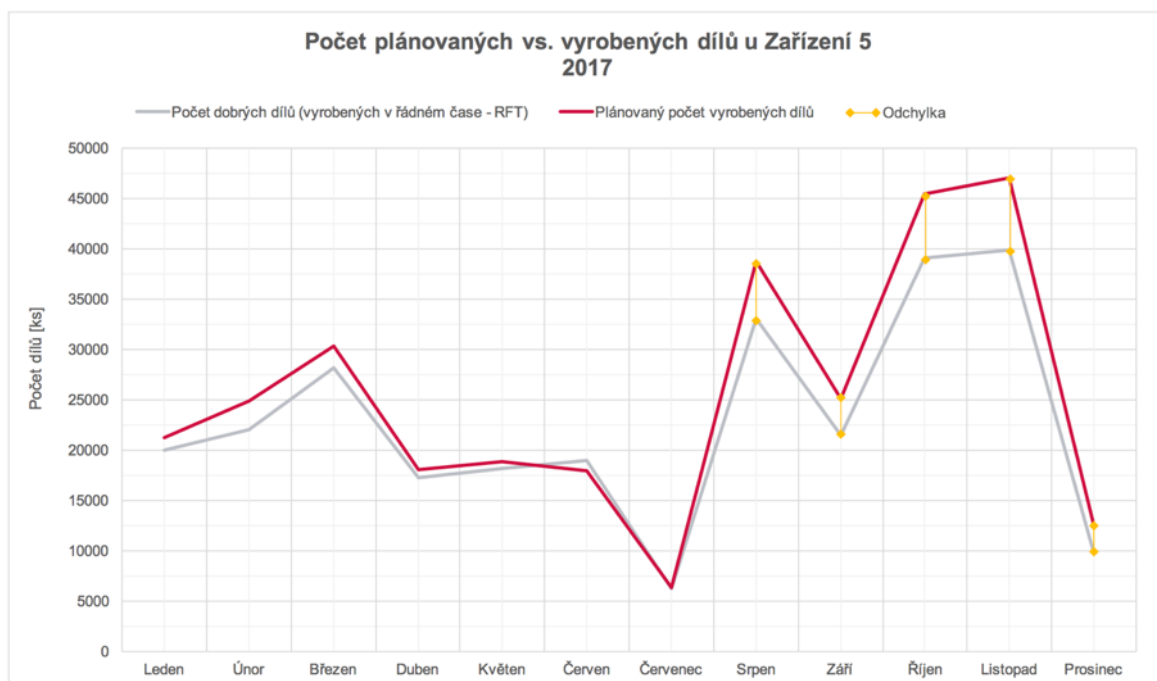


Z obrázku 63 je znám pokles výkonnostního faktoru v období od srpna do prosince 2017. Analýza A3 reaguje na snížení výkonnostní efektivity na úroveň celkového stupně využití zařízení, která také ovlivnila celkový faktor OEE. V následující tabulce 14 byly proto uvedeny data plánovaného počtu dílů a počet dobrých vyrobených – RFT na tomto zařízení.

**Tabulka 14** – Zařízení 5 plánovaný vs. vyrobený počet dílů 2017 <sup>19</sup>

Zařízení 5 2017	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Plánovaný počet vyrobených dílů</b>	21221	24908	30328	18056	18838	17920	6363	38703	25083	45439	47002	12464
Skutečný počet vyrobených dílů	19955	22046	28188	17279	18269	18974	6201	33194	21555	39150	39978	9830
Neopravitelné zmetky	37	28	60	62	51	37	9	118	67	94	116	39
<b>Počet dobrých dílů – RFT</b>	19918	22018	28128	17217	18200	18937	6192	33076	21488	39056	39862	9791

Ze zpracovaných dat byl sestaven graf (obrázek 67), kde byly vyznačeny největší odchylky vyrobených dílů od těch plánovaných.



**Obrázek 67** – Porovnání plánovaného vs. vyrobeného počtu dílů Zařízení 5 2017

Důvodem byly špatně nastavené normy plánu vyrobených kusů ve výkazu práce. Při kontrole bylo zjištěno, že počet RFT dílů dostačoval plánovaným odvolávkám.

## Zlepšení (Zařízení 5)

**2017**

V kroku zlepšování (Improve) se na základě provedené Paretovy analýzy 1 a 2 dospělo k závěru pro úpravu seznamu uvedených prostojů, tak aby se nepojmenované (ostatní) prostoje již pro přesnost dat nevyskytovaly.



Na konci roku 2017 proto proběhl workshop se seřizovači a mistry. Došlo k rozšíření a úpravě seznamu prostojů dle zkušeností z předešlých období. Tato změna se týkala technických výpadků a organizačních prostojů, tak aby se nepojmenované prostoje (ostatní) již nevyskytovaly. Tato změna byla nejprve provedena ve výkazu práce, která se promítla právě do OEE reportů na uvedených svařovacích zařízeních. Změna je uvedena na obrázku 68, před a po úpravě seznamu prostojů.

PŘED

POTOM

<b>Organizační prostoje T<sub>0</sub></b> <b>Organizační prostoje T<sub>A</sub> (výroba není plánovaná na celou směnu)</b> Keine Leute / Nedostatek personálu Keine Teile / Nedostatek Dílů Keine Gestelle / Nedostatek závěsů Rüsten / Přezbrojení Materialfehler / Vada materiálu Zusätzliche Qualitätskontrollen / Dodatečná kontrola kvality Warten auf Schlifflabor/ Čekání na laboratoř Warten auf Einrichter / Čekání Seřizovač - problém Neue MA Schulung / Zaučení nového pracovníka Záskok na jiném stroji Neu projekt / Nový projekt Schulung / Besprechung / Školení / Porady Stromausfall / Výpadek proudu Prüfung Kamera und Poka-Yoke systém / Poka-Yoke zkouška Auswertung prozess VMT / Vyhodnocení procesu VMT	<b>Organizační výpadek zasba A<sub>0</sub></b> <b>Organizační prostoje T<sub>0</sub></b> Keine Aufträge / Není plán Keine Gestelle / Nedostatek závěsů Keine Teile / Nedostatek Dílů Neue MA Schulung / Zaučení nového pracovníka Rüsten / Přezbrojení Schulung / Besprechung / Školení / Porady Warten auf Einrichter / Čekání Seřizovač - problém Warten auf OK von Qualitätsabteilung/Čekání Kvalita - problém Materialfehler / Kvalitativní vada materiálu Čekání na Vysokoz.vozík Warten auf Schlifflabor / Čekání na laboratoř Stromausfall / Výpadek proudu Besuche, Audit / Návštěva , Audit Porucha dveří Nedostatek personálu Výroba 1MA PokaYoke Manipulace s materiálem Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu) Záskok na jiném stroji Servisní kontrola Trumpf Pravidelná údržba ABB 4D NIO ČEKÁNÍ NA SERVIS
<b>Technický prostoje (sazba) A<sub>T</sub></b> <b>Technické výpadky (čas) T<sub>T</sub></b> Elektrische Störungen/ Elektrické prostoje Mechanische Störungen/ Mechanické prostoje Einstell-/Kalibrierarbeiten/ seřízení a kalibrace Sonstige/ Zvláštní Výměna I.O. Etiket Výměna černé kopírovací pásky Porucha tiskárny Zaučení pracovníka Výpadek EOLT 1 Výpadek EOLT 2 Sjíždění na Eoltu	<b>Technický prostoje (sazba) A<sub>T</sub></b> <b>Technické výpadky (čas) T<sub>T</sub></b> Výměna skel Stoerung 4D / Porucha 4D Stoerung Simatic / Porucha SIMATIC Reinigung / Čištění přípravku Korekce svárů během výroby Probleme mit Sensor / Seřízení - výměna čidla Werkzeug Einstellung 1 / Seřízení, oprava přípravku 1 Werkzeug Einstellung 2 / Seřízení, oprava přípravku 2 Einstellen nach SK-Pruefung / Seřízení náměrů dle SK Stoerung Roboter / Porucha Robota ABB Trumpf reset / Reset Trumpfu SC Controller, Home position / Home pozice Kalibrierung oder Austausch Festo Zylinder / Seřízení výměna válce SICK Störung / Porucha SICKu Stillstand aufgrund Lichtschranke / Porucha světelné závory Systemfehler / Systémová chyba Porucha dveří Optisches Kabel tauschen / Výměna optického kabelu Austausch der Pipelines / Výměna propálených hadic Nullspunkte kontrollieren,bzw. wechseln/Seř. výměna nulových bodů Stoerung Laser / Porucha Laseru Trumpf, výměna lamp Fehler Kuehlssystem Laser / Porucha chladicího okruhu Laser Falsche Tischposition / Nedotočený stůl Úprava programu, testy Porucha odsávání
<b>Prostoje na nutnou údržbu A<sub>w</sub></b> <b>Doba na údržbu T<sub>w</sub></b> PM / Wartung / Pravidelná Údržba	<b>Prostoje na nutnou údržbu A<sub>w</sub></b> <b>Doba na údržbu T<sub>w</sub></b> PM / Wartung / Pravidelná Údržba

Obrázek 68 – Změna provedená v seznamu prostoje<sup>19</sup>

Ověření provedených změn je dále zdokumentováno v posledním kroku DMAIC cyklu, a to v podkapitole kontroly (Control).

## Analýza (Zařízení 14)

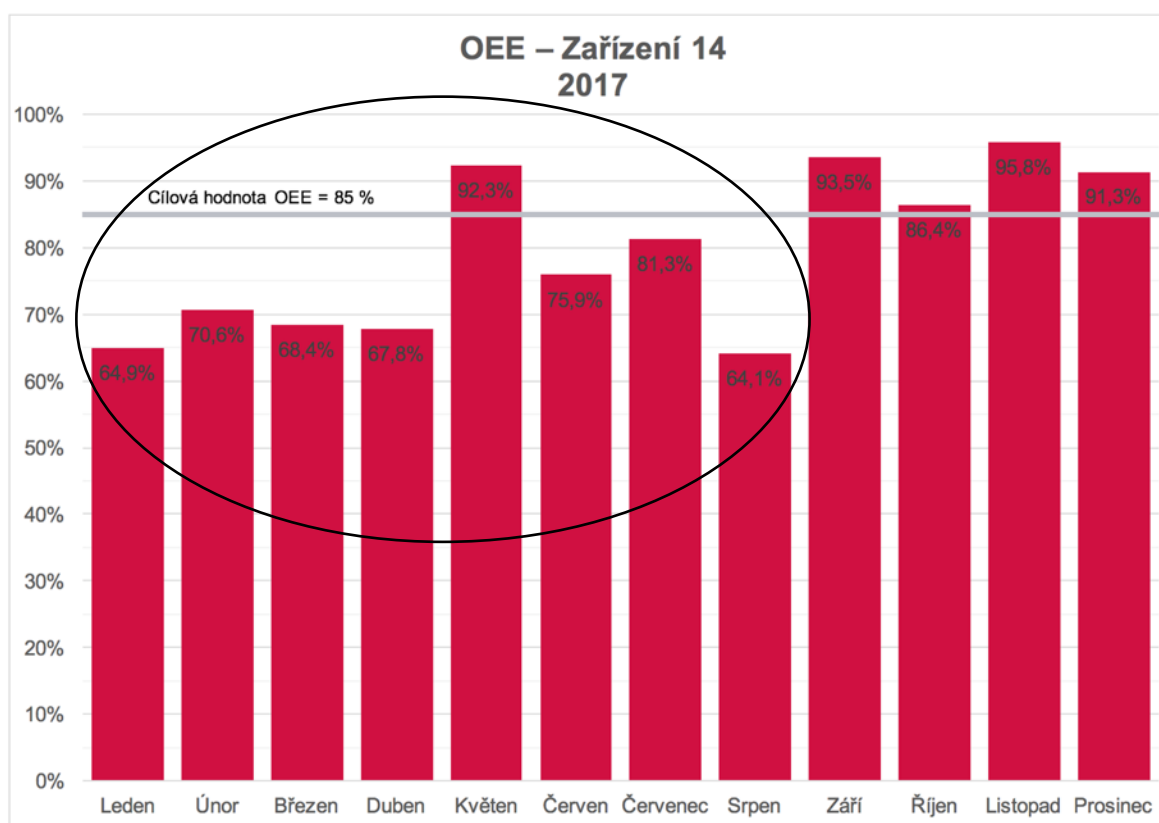
2017

Dalším zařízením projektu zvýšení celkové efektivity je obdobná svařovací jednotka označená jako Zařízení 14, která produkuje sedadlové opěrky pro projekt SPA. Byla shromážděna stejná data jako u předchozího stroje do přehledné tabulky 15.

**Tabulka 15 – Data Zařízení 14 2017** <sup>19</sup>

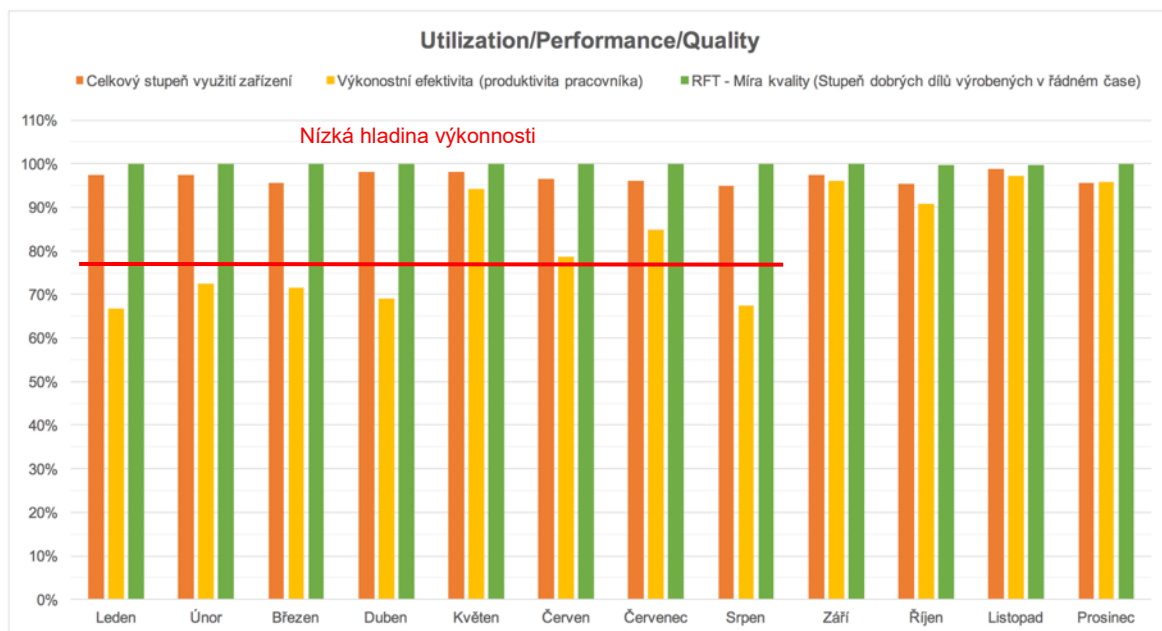
Zařízení 14 2017	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Organizační prostoje	1,8%	2,5%	4,3%	1,8%	1,3%	3,4%	1,9%	4,3%	1,7%	2,3%	1,0%	3,6%
Technické prostoje	0,7%	0,0%	0,0%	0,1%	0,6%	0,2%	2,1%	0,6%	0,8%	2,0%	0,1%	0,8%
Prostoje na nutnou údržbu	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,2%	0,0%
<b>Utilization</b>	<b>97,4%</b>	<b>97,5%</b>	<b>95,7%</b>	<b>98,1%</b>	<b>98,1%</b>	<b>96,5%</b>	<b>96,0%</b>	<b>95,0%</b>	<b>97,5%</b>	<b>95,3%</b>	<b>98,8%</b>	<b>95,6%</b>
<b>Performance</b>	<b>66,7%</b>	<b>72,6%</b>	<b>71,6%</b>	<b>69,2%</b>	<b>94,1%</b>	<b>78,7%</b>	<b>84,8%</b>	<b>67,6%</b>	<b>96,0%</b>	<b>90,9%</b>	<b>97,2%</b>	<b>95,7%</b>
<b>Quality</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,8%</b>	<b>99,9%</b>
<b>OEE</b>	<b>64,9%</b>	<b>70,6%</b>	<b>68,4%</b>	<b>67,8%</b>	<b>92,3%</b>	<b>75,9%</b>	<b>81,3%</b>	<b>64,1%</b>	<b>93,5%</b>	<b>86,4%</b>	<b>95,8%</b>	<b>91,3%</b>

Pro porovnání ukazatele OEE jednotlivých měsíců jsou data zanesena do grafu (obrázek 69). V období od ledna do srpna 2017 se ve většině případů nepodařilo dosáhnout požadovaného cíle OEE 85 %.



**Obrázek 69 – Zařízení 14 OEE 2017**

Pro podrobnější analýzu je efektivnost zařízení znázorněna na obrázku 70 pomocí tří faktorů určujících OEE, a to Utilization, Performance a Quality. Lze pozorovat, že v obdobích kdy ukazatel OEE byl pod cílovou hodnotou, je hladina výkonnostní efektivity zařízení (Performance) nízká.



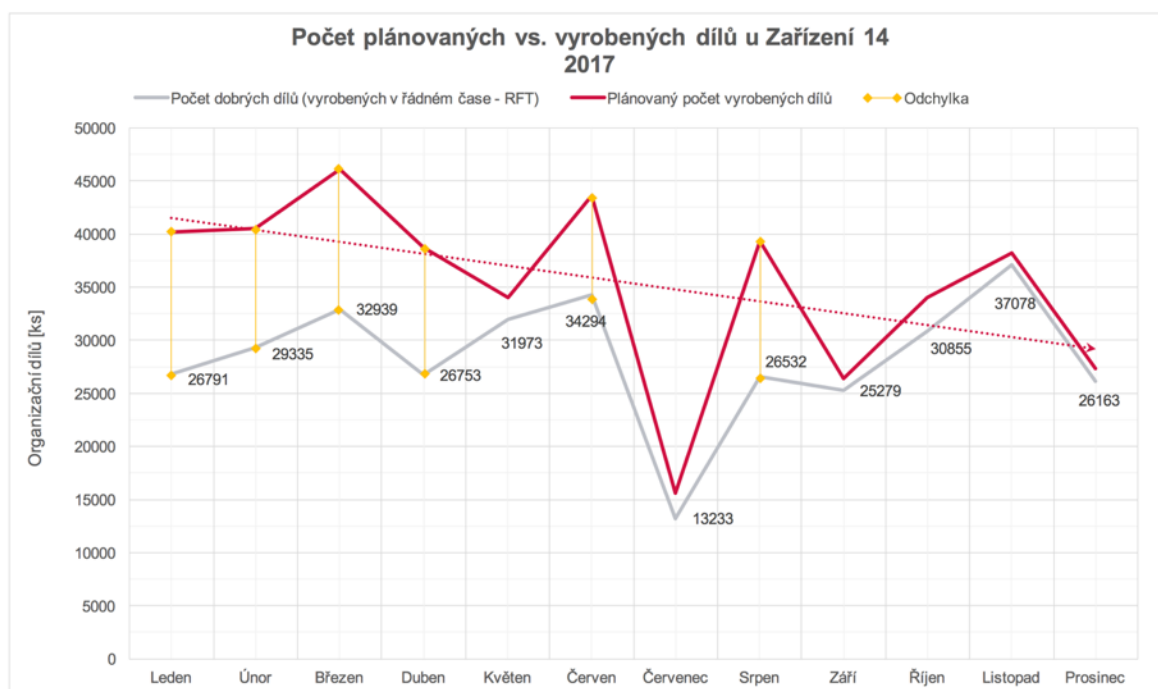
**Obrázek 70** – Zařízení 14 Utilization/Performance/Quality 2017

Jelikož je výkonnostní efektivita řízena dodržením plánu vyrobených kusů, jsou v následující tabulce 16 uvedena data plánovaného počtu dílů a počet dobrých dílů – RFT.

**Tabulka 16** – Zařízení 14 plánovaný vs. vyrobený počet dílů 2017<sup>19</sup>

Zařízení 14 2017	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Plánovaný počet vyrobených dílů</b>	40224	40485	46085	38719	33993	43592	15622	39314	26361	34050	38222	27370
Skutečný počet vyrobených dílů	26827	29374	32975	26778	32004	34323	13249	26561	25315	30946	37145	26202
Neopravitelné zmetky	36	39	35	25	31	29	16	29	36	91	67	39
<b>Počet dobrých dílů – RFT</b>	26791	29335	32939	26753	31973	34294	13233	26532	25279	30855	37078	26163

Ze zpracovaných údajů byl sestaven graf počtu vyrobených kusů (obrázek 71) na Zařízení 14 za rok 2017. Pro ověření údajů výkonnostní efektivity jsou v grafu znázorněny největší odchylky od plánovaného počtu vyrobených dílů.



**Obrázek 71** – Porovnání plánovaného vs. vyrobeného počtu dílů Zařízení 14 2017

Velké odchylky počtu vyrobených kusů od plánu výroby kopírují celkovou efektivitu zařízení OEE v období od ledna do srpna, kdy byly ve výkazu práce špatně nastavené normy plánu. Klesající trend počtu plánovaných dílů je způsoben doplněním paralelního stroje (Zařízení 9), a to v měsících červenec a srpen, kdy probíhaly četné odstávky celé linky. V předešlém období bylo Zařízení 14 ještě sloučeno s montážním pracovištěm, na které plynule navazovaly dvě pracoviště konečných testů výrobků označované jako EOLT – End of Line Tester, které celkovou efektivitu zařízení ovlivňovaly.

Kromě navýšení kapacit přidáním nezávislé stanice stejného stroje (Zařízení 9), které snížilo plánované počty vyrobených dílů, došlo k rozdělení linky na samotná zařízení. Ta si celkovou efektivitu měří nezávisle na sobě. V důsledku vybalancování na sebe navazujících pracovišť se celková efektivita zvýšila na požadovanou hladinu OEE 85 %.

Jelikož Zařízení 14 dosáhlo požadovaného cíle OEE, bude ve fázi kontroly (Control) provedeno jeho ověření.

## 5.4 Kontrola (Control)



Fáze kontroly (Control) monitoruje provedené zlepšení a změny. Ověření implementace provedených změn je nesmírně důležité. Výsledky mohou být i nežádoucí, proto na tento krok DMAIC metodiky navazují další analýzy a zlepšení.

### Kontrola (zařízení 5)

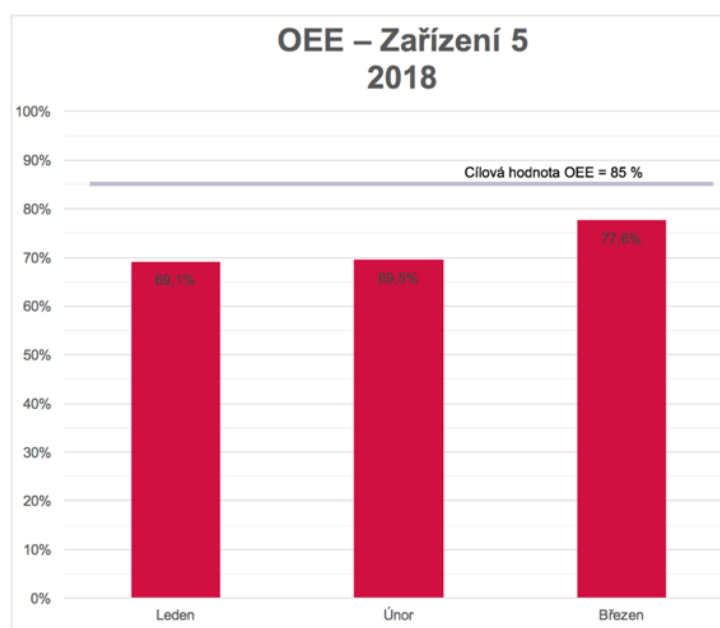
2017

Po analýze a implementaci zlepšení se pro následnou kontrolu shromáždila data za leden – březen 2018. Nejprve se uvedly data o efektivnosti zařízení do tabulky 17.

Tabulka 17 – Zařízení 5 data 2018<sup>19</sup>

Zařízení 5 2018	Leden	Únor	Březen
Organizační prostoje	5,8%	9,5%	9,6%
Technické prostoje	8,8%	10,4%	5,7%
Prostoje na nutnou údržbu	3,1%	0,5%	1,0%
<b>Utilization</b>	<b>82,3%</b>	<b>79,6%</b>	<b>83,7%</b>
<b>Performance</b>	<b>84,1%</b>	<b>87,7%</b>	<b>93,0%</b>
<b>Quality</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,6%</b>	<b>99,7%</b>
<b>OEE</b>	<b>69,1%</b>	<b>69,5%</b>	<b>77,6%</b>

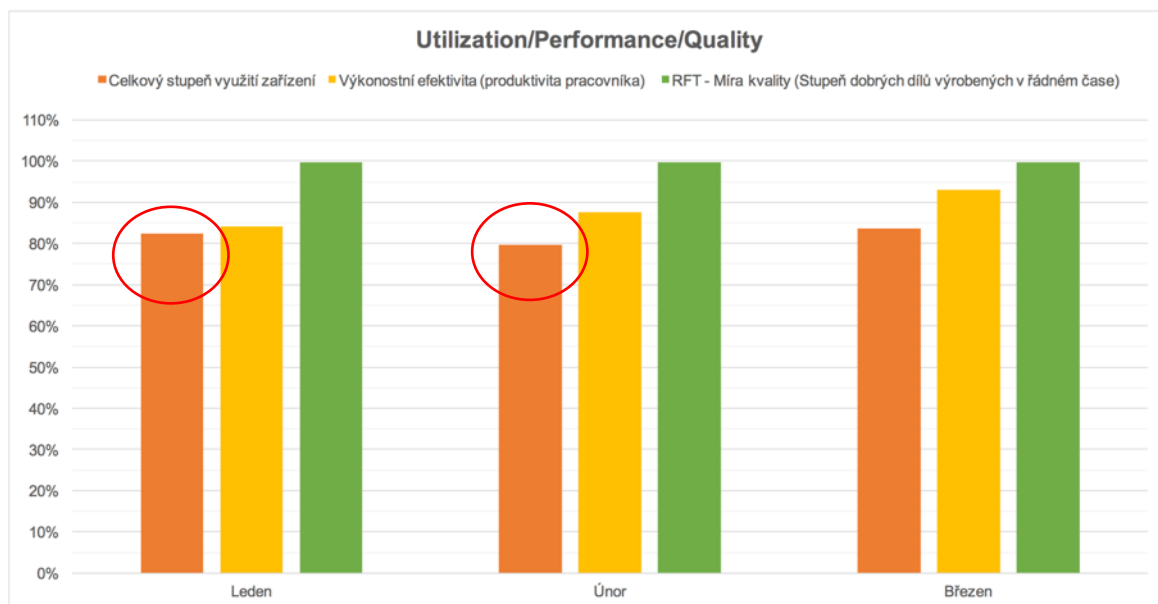
Pro porovnání ukazatele OEE jsou data zanesena do grafu (obrázek 72). Lze pozorovat nárůst ukazatele efektivnosti v březnu 2018, který je způsoben úpravou změny zapisování prostojů (I4) viz dále.



Obrázek 72 – Zařízení 5 OEE 2018



Pro podrobnější analýzu je efektivnost zařízení znázorněna na obrázku 73 pomocí faktorů Utilization, Performance a Quality.



**Obrázek 73** – Zařízení 5 Utilization/Performance/Quality 2018

Z grafu je opět zřejmá nedostatečná míra celkového stupně využití zařízení, kterou ovlivňují výpadky. Po předchozí analýze z roku 2017 se nejčtenější organizační prostoje zpracovaly znovu do tabulky 18. Po implementaci zlepšení formou rozšíření a úpravě seznamu prostojů lze změnu pozorovat v následující Paretově analýze.

**Tabulka 18 – Organizační prostoje Zařízení 5 2018<sup>19</sup>**

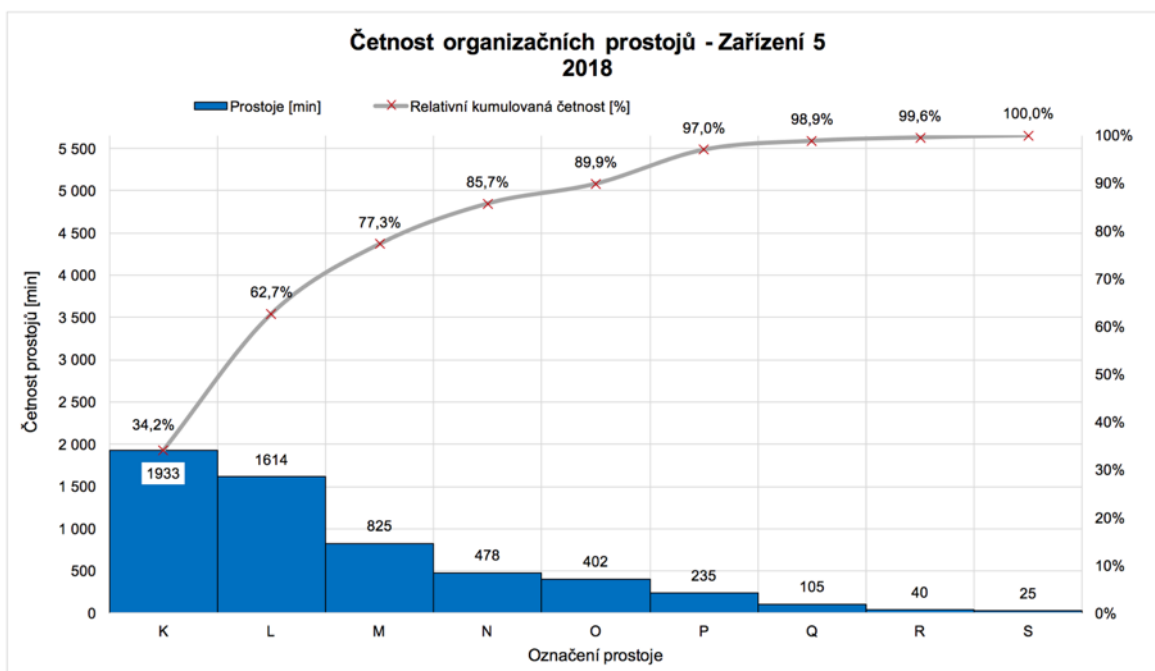
Organizační prostoje [min]	Leden	Únor	Březen	Celkem
Není plán	0	0	0	0
<b>Nedostatek závěsů</b>	240	497	877	<b>1614</b>
<b>Nedostatek dílů</b>	140	85	10	<b>235</b>
<b>Zaučení nového pracovníka</b>	288	0	190	<b>478</b>
<b>Přezbrojení</b>	295	300	230	<b>825</b>
Školení/Porady	0	0	25	<b>25</b>
Čekání na seřizovače - problém	0	0	0	0
<b>Čekání - kvalita - problém</b>	0	40	0	<b>40</b>
Kvalitativní vada materiálu	0	0	0	0
Čekání na vysokozdvižný vozík	0	0	0	0
Čekání na laboratoř	0	0	0	0
Výpadek proudu	0	0	0	0
Audit/Návštěva	0	0	0	0
<b>Porucha dveří</b>	45	40	20	<b>105</b>
<b>Nedostatek personálu</b>	0	0	240	<b>240</b>
Výroba 1MA (1 operátor)	0	0	0	0
Poka-Yoke	0	0	0	0
Manipulace s materiálem	0	0	0	0
<b>Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu)</b>	200	0	202	<b>402</b>
<b>Záskok na jiném stroji</b>	60	1293	580	<b>1933</b>
Servisní kontrola Trumpf	0	0	0	0
Pravidelná údržba ABB	0	0	0	0
4D NIO ČEKÁNÍ NA SERVIS	0	0	0	0

Ze seznamu organizačních prostoje byly opět vyfiltrovány zaznamenané prostoje, které se za rok 2018 na Zařízení 5 vyskytly a jsou uvedeny v tabulce 19.

**Tabulka 19 – Četnost organizačních prostoje Zařízení 5 2018**

	Prostoje [min]	Označení	Kumulované hodnoty [min]	Relativní kumulovaná četnost [%]
<b>Záskok na jiném stroji</b>	1933	<b>K</b>	1933	34,17%
<b>Nedostatek závěsů</b>	1614	<b>L</b>	3547	62,70%
<b>Přezbrojení</b>	825	<b>M</b>	4372	77,28%
Zaučení nového pracovníka	478	N	4850	85,73%
<b>Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu)</b>	402	O	5252	92,84%
Nedostatek dílů	235	P	5487	96,99%
Porucha dveří	105	Q	5592	98,85%
Čekání - kvalita - problém	40	R	5632	99,56%
Školení/Porady	25	S	5657	100,00%

Takto upravená data byla zpracována pomocí nové Paretovy analýzy (obrázek 74), kde jsou známé nejvyšší četnosti prostoje rozděleny do skupin pod označení K až M. Lze pozorovat odstranění problému z roku 2017, kde v největší míře figurovaly prostoje bez pojmenování, tzv. ostatní. V tomto případě jsou to výpadky způsobené záskokem na jiném stroji (sk. K), nedostatkem závěsů (sk. L) a přezbrojení (sk. M).



**Obrázek 74 - Paretova analýza – organizační prostoje zařízení 5 2018**



V analyzovaném období byly nejčastějšími výpadky **záskoky na jiném stroji** (sk. K), ty se v roce 2017 zapisovaly po dosažení plánovaného počtu kusů tak, že ovlivňovaly celkovou efektivnost zařízení OEE, tzn. celkový stupeň využití (Utilization). Od začátku března 2018 došlo k úpravě zapisování těchto prostojů způsobených dosažením plánu výroby a využitím operátora na jiném stroji, tak aby hodnota OEE nebyla ovlivňována. V následujících obrázcích 75 a 76 je popsána simulace provedené změny.

Dalším čtým prostojem byly výpadky způsobené **nedostatkem závěsů** (sk. L). Tyto závěsy jsou využívány jako zásobník pro navazující pracoviště montáže a následných EOLT zkušebních zařízení. Nedostatek závěsů nám odhaluje špatné vybalancování linky výroby opěrek pro projekt P311. Řešení tohoto problému je uvedeno v další kapitole plánovaných změn pro podporu zvyšování OEE.

## PŘED ÚPRAVOU

# Zařízení 5

21.03.2018

Übersicht

-

1. Schicht

2. Schicht

3. Schicht

Sledování období (celková doba trvání) měsíc Leden	44 640,00 min	1 440,00 min	480,00 min	480,00 min	480,00 min
Doba obsazení linky vč. přestávek (plán obsazení strojů ve sledovaném období)	26 812,00 min	1 440,00 min	480,00 min	480,00 min	480,00 min
Smluvně nařízené přestávky (AT*počet směn* přestávka na směnu min.)	1 740,00 min	90,0 min	30,0 min	30,0 min	30,0 min

Využití zařízení

Standartní doba obsazení linky za celou směnu 480 min

Doba obsazení linky  $T_B$  bez smluvně nařízených přestávek

Organizační výpadek zasba $A_0$	10,4%	17,0%	51,4%	0,0%	0,0%
Organizační prostoje $T_0$	2604,00 min	230,00 min	230,00 min	0,00 min	0,00 min
Keine Aufträge / Není plán			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Keine Gestelle / Nedostatek závěsů	877,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Keine Teile / Nedostatek dílů	10,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Neue MA Schulung / Zaučení nového pracovníka	190,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Rüsten / Přezbrojení	230,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Schulung / Besprechung / Školení / Porady	25,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf Einrichter / Čekání Seřizovač - problém			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf OK von Qualitätsabteilung/Čekání Kvalita - problém			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Materialfehler / Kvalitativní vada materiálu			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Čekání na Vysokoz.vozík			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf Schlifflabor / Čekání na laboratoř			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Stromausfall / Výpadek proudu			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Besuche, Audit / Návštěva , Audit			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Porucha dveří	20,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
nedostatek personálu	240,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
výroba 1MA			0,0 min	0,0 min	0,0 min
PokaYoke			0,0 min	0,0 min	0,0 min
manipulace s materiálem			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu)	202,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
zaskok na jiném stroji	810,00 min	230,0 min	230,0 min	0,0 min	0,0 min
Servisní kontrola Trumpf			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Pravidelná údržba ABB			0,0 min	0,0 min	0,0 min
4D NIO ČEKÁNÍ NA SERVIS			0,0 min	0,0 min	0,0 min

Zapsaný prostoje (zaskok na jiném stroji) je počítán jako organizační výpadek a ovlivňuje tak celkový stupeň využití zařízení a následně také ukazatel OEE

			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min

Doba činnosti (čistý provozní čas)  $T_N$

Celkový stupeň využití zařízení

Plánovaný stupeň výkonnosti (místně specifické, nebo 120% u automatů)

Doba taktu  $t_m$

Plánovaný počet vyrobených dílů

Skutečný počet vyrobených dílů - včetně zmetků

Skutečný stupeň výkonnosti pracovníka pracujícího v úkolu

Výkonnostní efektivita (produktivita pracovníka)

Ztráta produktivity("Ztráta/Zisk v době taktu v min")

Využití provozní čas  $T_{az}$

Opakované testování

Opravené kusy

Vadné kusy (zmetky neopravitelné)

Ztráta v minutách

Zaučtované dobré díly

Počet dobrých dílů (vyrobených v řádném čase - RFT)

RFT - Míra kvality (Stupeň dobrých dílů vyrobených v řádném čase)

Čistý produktivní čas  $T_{pm}$

OEE - (celková efektivnost zařízení)

**Obrázek 75 – Zapisování zaskoku na jiném stroji před úpravou** <sup>19</sup>



## PO ÚPRAVĚ

Zařízení 5		21.03.2018			
		Übersicht			
			1. Schicht	2. Schicht	3. Schicht
Sledování období (celková doba trvání) měsíc Leden	44 640,00 min	1 440,00 min	480,00 min	480,00 min	480,00 min
Doba obsazení linky vč. přestávek (plán obsazení strojů ve sledovaném období)	26 582,00 min	1 210,00 min	250,00 min	480,00 min	480,00 min
Smluvně nařízené přestávky (AT*počet směn*přestávka na směnu min.)	1 740,00 min	90,0 min	30,0 min	30,0 min	30,0 min
Využití zařízení					93,8%
Doba obsazení linky $T_{\text{a}}$ bez smluvně			Doba obsazení linky je snížena o velikost prostroje (záskok na jiném stroji), tzn. že celková efektivnost zařízení není ovlivňována $480 - 230 = 250$ min		
					450,0 min
Organizační výpadek zasba $A_o$	9,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Organizační prostroje $T_o$	2374,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min	0,00 min
Keine Aufträge / Není plán			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Keine Gestelle / Nedostatek závěsů	877,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Keine Teile / Nedostatek dílů	10,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Neue MA Schulung / Zaučení nového pracovníka	190,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Rüsten / Přezbrojení	230,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Schulung / Besprechung / Školení / Porady	25,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf Einrichter / Čekání Seřizovač - problém			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf OK von Qualitätsabteilung/Čekání Kvalita - problém			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Materialfehler / Kvalitativní vada materiálu			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Čekání na Vysokoz.vozík			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Warten auf Schlißlabor / Čekání na laborator			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Stromausfall / Výpadek proudu			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Besuche, Audit / Návštěva , Audit			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Porucha dveří	20,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
nedostatek personálu	240,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
výroba 1MA			0,0 min	0,0 min	0,0 min
PokaYoke			0,0 min	0,0 min	0,0 min
manipulace s materiálem			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Organizační prostroj TA (výroba není plánovaná na celou směnu)	202,00 min		0,0 min	0,0 min	0,0 min
záskok na jiném stroji	580,00 min		230*1	0,0 min	0,0 min
Servisní kontrola Trumpf			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Zapsaný prostroj není počítán jako organizační výpadek, ale je stále evidován v OEE reportu pro možnou identifikaci a četnost			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
			0,0 min	0,0 min	0,0 min
Doba činnosti (čistý provozní čas) $T_N$	20 802,00 min	1 030,0 min	220,0 min	360,0 min	450,0 min
Celkový stupeň využití zařízení	83,7%	92,0%	100,0%	80,0%	100,0%
Plánovaný stupeň výkonnosti (místně specifické, nebo 120% u automatů)	120%	120%	120%	120%	120%
Doba taktu $t_m$	0,902 min	0,807 min	0,89 min	0,576 min	1,029 min
Plánovaný počet vyrobených dílů	27 688 St	1 531 St	157 St	750 St	525 St
Skutečný počet vyrobených dílů - včetně zmetků!	25 745 St	1 487 St	158 St	627 St	562 St
Skutečný stupeň výkonnosti pracovníka pracujícího v úkolu	111,6%	116,5%	108,4%	100,3%	128,5%
Výkonostní efektivita (produktivita pracovníka)	93,0%	97,1%	100,0%	83,6%	107,1%
Ztráta produktivity("Ztráta/Zisk v době taktu v min")	1459,9 min	29,8 min	5 min	59,0 min	31,9 min
Využitý provozní čas $T_{\text{bz}}$	19 342,14 min	1 000,2 min	215 min	301,0 min	481,9 min
Opakované testování		0 St	0 St	0 St	0 St
Opravené kusy		0 St	0 St	0 St	0 St
Vadné kusy (zmetky neopravitelné)	74 St	5 St	1 St	4 St	0 St
Ztráta v minutách	55,60 min	3,36 min	5 min	1,92 min	0,00 min
Zaučtované dobré díly	25 671 St	1 482 St	157 St	623 St	562 St
Počet dobrých dílů (vyrobených v řádném čase - RFT)	25 671 St	1 482 St	157 St	623 St	562 St
RFT - Míra kvality (Stupeň dobrých dílů vyrobených v řádném čase)	99,7%	99,7%	100,0%	99,4%	100,0%
Čistý produktivní čas $T_{\text{PN}}$	19 286,54 min	996,81 min	210 min	299,04 min	481,92 min
OEE - (celková efektivnost zařízení)	77,6%	89,0%	115,8%	66,5%	107,1%

Obrázek 76 - Zapisování záskoku na jiném stroji po úpravě <sup>19</sup>

## Kontrola (Zařízení 14)

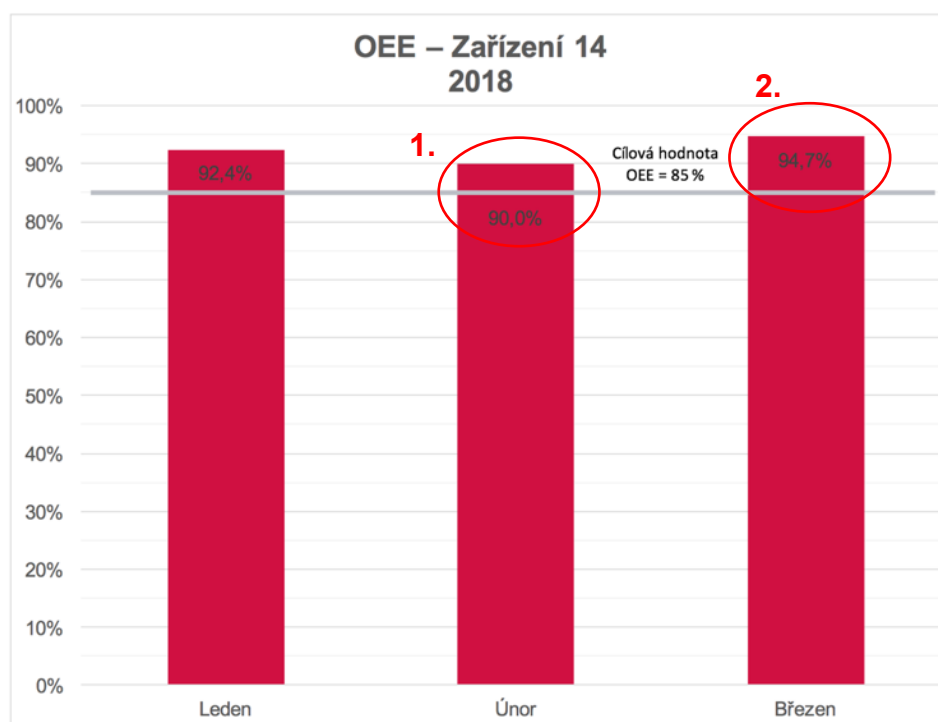
2017

Po analýze se pro následnou kontrolu shromáždila data za leden – březen 2018 ze Zařízení 14. Nejprve se uvedly data o efektivnosti zařízení do tabulky 20.

**Tabulka 20** – Zařízení 14 data 2018 <sup>19</sup>

Zařízení 14 2018	Leden	Únor	Březen
Organizační prostoje	0,8%	7,1%	4,7%
Technické prostoje	0,0%	2,1%	2,6%
Prostoje na nutnou údržbu	0,4%	0,4%	1,0%
<b>Utilization</b>	<b>98,7%</b>	<b>90,3%</b>	<b>91,7%</b>
<b>Performance</b>	<b>94,4%</b>	<b>99,7%</b>	<b>103,5%</b>
<b>Quality</b>	<b>99,3%</b>	<b>99,9%</b>	<b>99,8%</b>
<b>OEE</b>	<b>92,4%</b>	<b>90,0%</b>	<b>94,7%</b>

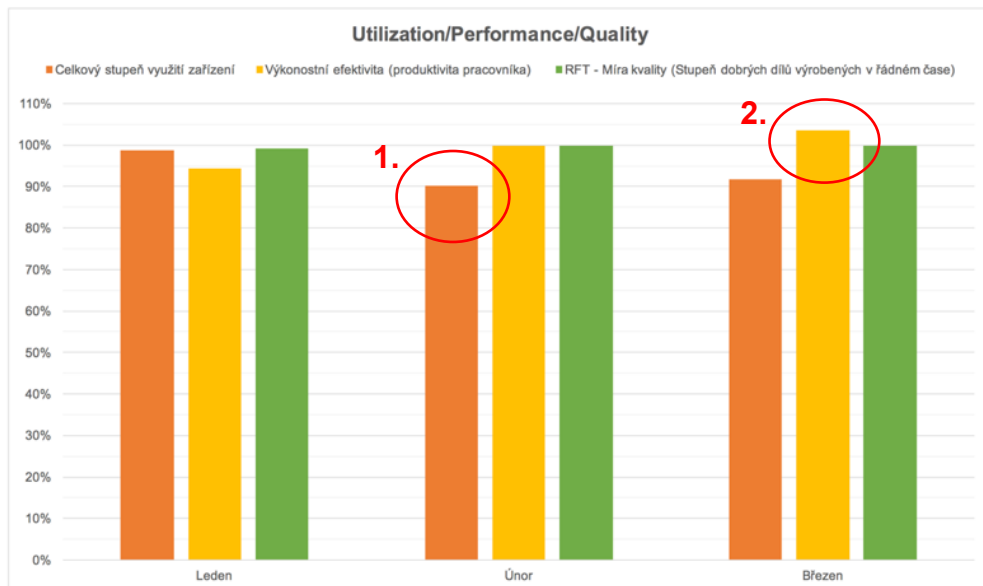
Pro porovnání ukazatele OEE byly data zanesena do grafu (obrázek 77). Lze pozorovat překonání požadovaného cíle 85 %. Můžeme vidět také nárůst efektivnosti v období března na téměř 95 %. Předmětem zkoumání jsou výkyvy efektivnosti zařízení označené v grafu.



**Obrázek 77** – Zařízení 14 OEE 2018

Pro úplnou analýzu je na obrázku 78 znázorněna efektivnost zařízení pomocí tří faktorů Utilization, Performance a Quality. Porovnáním průběhů lze konstatovat:

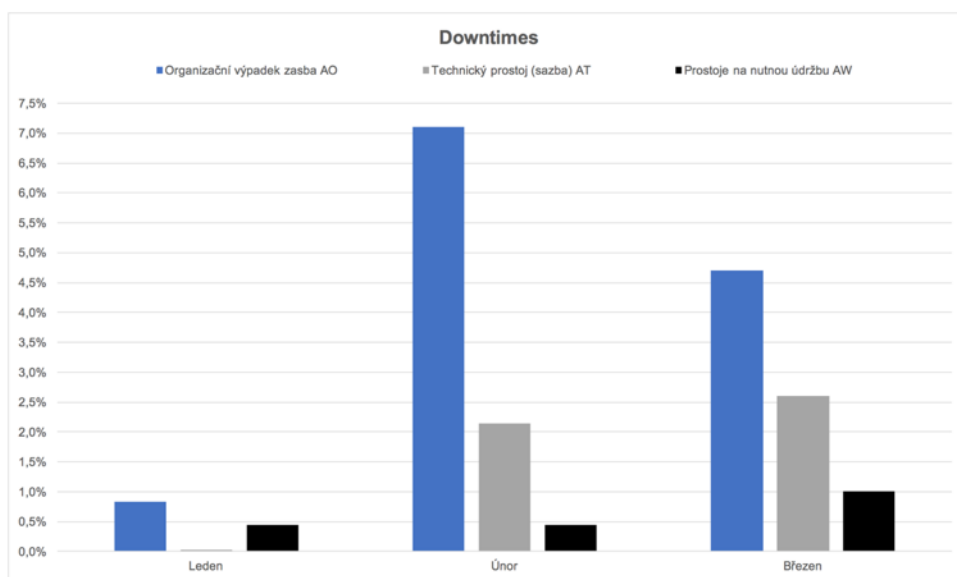
1. Snížení ukazatele OEE z důvodu nižšího stupně využití zařízení.
2. Zvýšení OEE s nárůstem produktivity pracovníků.



**Obrázek 78 – Zařízení 14 Utilization/Performance/Quality 2018**

### **1. Nízký stupeň využití zařízení**

Z důvodu sníženého stupně využití byl jako u předešlých analýz sestaven graf (obrázek 79) seznamu všech tří skupin prostojů. Trend vysokého procenta organizačních prostojů kopíruje pokles OEE na obrázku 77.



**Obrázek 79 – Zařízení 14 Downtimes 2018**

Proto byly veškeré zaznamenané organizační prostoje na Zařízení 14 za rok 2018 sestaveny do tabulky 21.

**Tabulka 21** – Organizační prostoje na zařízení 14 2018 <sup>19</sup>

Organizační prostoje [min]	Leden	Únor	Březen	<b>Celkem</b>
<b>Není plán</b>	50	40	0	<b>90</b>
<b>Nedostatek závěsů</b>	0	90	30	<b>120</b>
<b>Nedostatek dílů</b>	0	0	150	<b>150</b>
<b>Zaučení nového pracovníka</b>	50	197	250	<b>497</b>
<b>Přezbrojení</b>	110	590	320	<b>1020</b>
<b>Školení/Porady</b>	0	0	45	<b>45</b>
Čekání na seřizovače - problém	0	0	0	0
<b>Čekání - kvalita - problém</b>	0	0	0	0
Kvalitativní vada materiálu	0	0	0	0
Čekání na vysokozdvizný vozík	0	0	0	0
<b>Čekání na laboratoř</b>	0	809	0	<b>809</b>
Výpadek proudu	0	0	0	0
<b>Audit/Návštěva</b>	0	40	0	<b>40</b>
Porucha dveří	0	0	0	0
Nedostatek personálu	0	0	0	0
<b>Výroba 1MA (1 operátor)</b>	0	0	105	<b>105</b>
Poka-Yoke	0	0	0	0
Manipulace s materiálem	0	0	0	0
<b>Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu)</b>	0	55	0	<b>55</b>
<b>Záskok na jiném stroji</b>	0	0	200	<b>200</b>
Servisní kontrola Trumpf	0	0	0	0
Pravidelná údržba ABB	0	0	0	0
4D NIO ČEKÁNÍ NA SERVIS	0	0	0	0
<b>Ostatní</b>	0	0	60	<b>60</b>

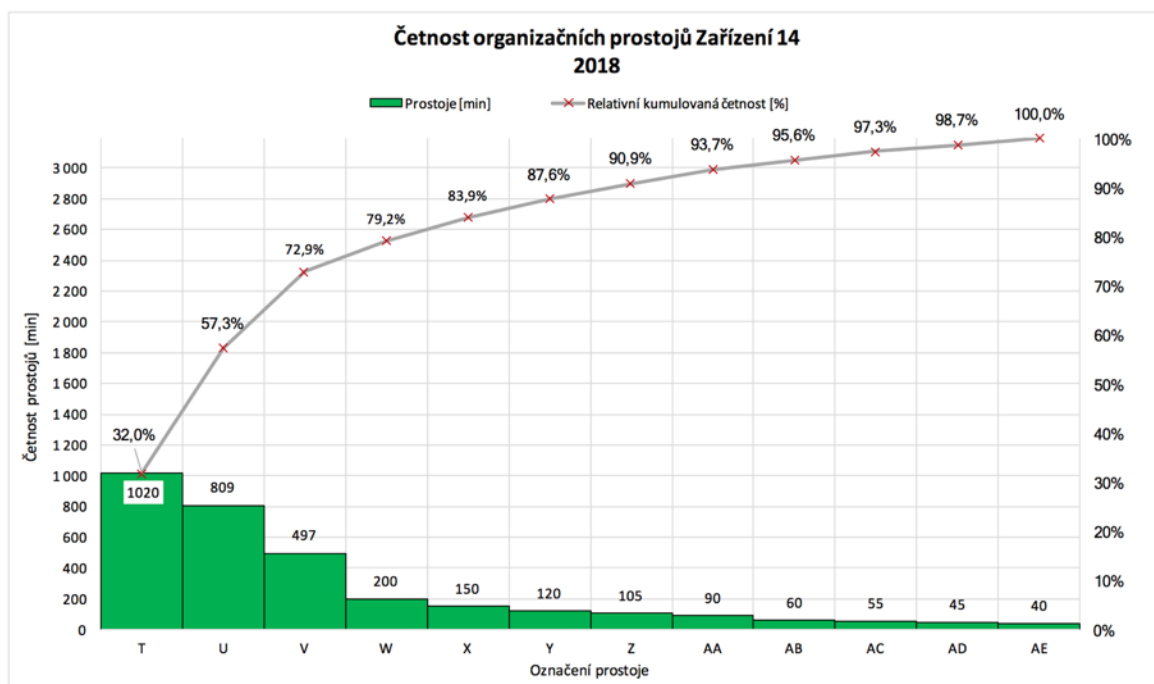
Ze seznamu organizačních prostoje byly opět vyfiltrovány pouze zaznamenané prostoje, které se za rok 2018 na Zařízení 14 vyskytly a jsou uvedeny v tabulce 22.

**Tabulka 22** – Četnost organizačních prostoje Zařízení 14 2018

	Prostoje [min]	Označení	Kumulované hodnoty [min]	Relativní kumulovaná četnost [%]
<b>Přezbrojení</b>	1020	T	1020	31,96%
<b>Čekání na laboratoř</b>	809	U	1829	57,32%
<b>Zaučení nového pracovníka</b>	497	V	2326	72,89%
<b>Záskok na jiném stroji</b>	200	W	2526	79,16%
<b>Nedostatek dílů</b>	150	X	2676	83,86%
Nedostatek závěsů	120	Y	2796	87,62%
Výroba 1MA	105	Z	2901	90,91%
Není plán	90	AA	2991	93,73%
<b>Ostatní</b>	60	AB	3051	95,61%
Organizační prostoje TA (výroba není plánovaná na celou směnu)	55	AC	3106	97,34%
Školení/Porady	45	AD	3151	98,75%
Návštěva/Audit	40	AE	3191	100,00%

Takto upravená data byla zpracována pomocí nové Paretovy analýzy (obrázek 80), kde jsou známé nejvyšší četnosti prostoje rozděleny do skupin pod označení T až X. Největší četnost prostoje patří **přezbrojení** (sk. T), tzn. změna varianty výrobku. Ta je řízena plánem výroby, kterou ovlivňují odvolávky ze strany zákazníka. Lze si všimnout vyskytnutí nepojmenovaných prostoje **ostatní** (sk. AB).

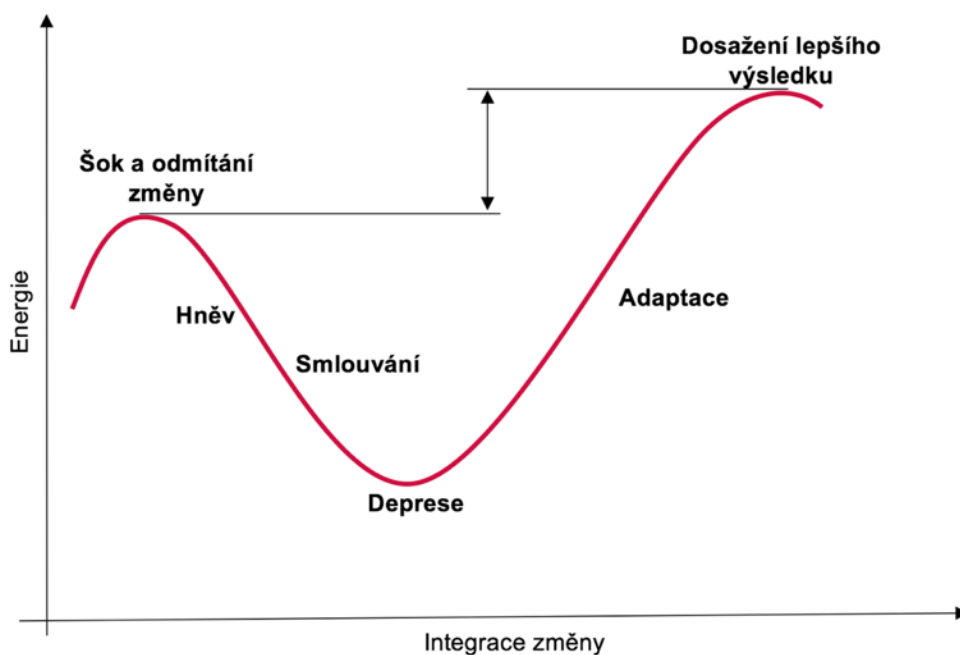




**Obrázek 80** - Paretova analýza – organizační prostoje Zařízení 14 2018

## 2. Nárůst produktivity pracovníků

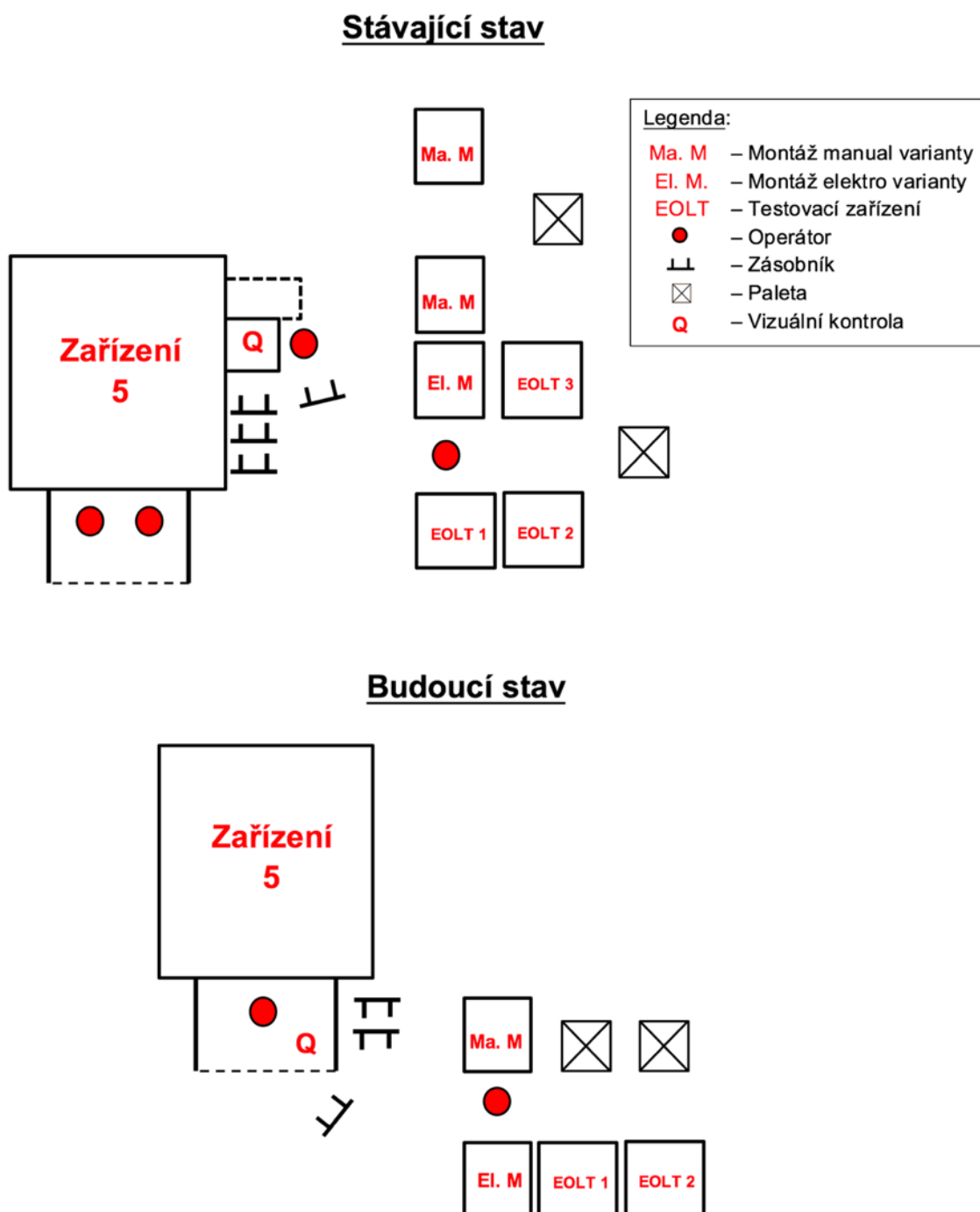
Nárůst produktivity byl způsoben změnou odměňování pracovníků za dosažené výkony, která nastala ke dni 1.2.2018. To lze přisoudit reakci člověka na nové podmínky nebo změnu. Toto chování lidí je zobrazeno křivkou reakce člověka na pozitivní provedenou změnu (obrázek 81), která po určitém období překonává staré výsledky.



**Obrázek 81** – Křivka reakce člověka na změnu<sup>21</sup>

## 6 Plánované změny pro podporu zvyšování OEE

Budoucí úpravy se týkají Zařízení 5, které zpracovává opěrky sedadlových struktur pro již vybíhající projekt P311. Z provedené analýzy Zařízení 5, kde vlivem snižujících odvolávek dochází k menší vytíženosti stroje, budou zařízení celé linky přeorganizovány. Na základě nového rozmístění pracovišť (obrázek 82) a provedením nové MTM analýzy bude celá linka vybalancována a budou nastaveny nové normy a výrobní scénáře. Zásadní změny jsou uvedeny v tabulce 23.



Obrázek 82 – Přemístění linky Zařízení 5

### **Stávající stav**

Zařízení 5 obsluhují 2 operátoři a 1 operátor dohlíží na vizuální kontrolu (Q), který svařené opěrky zakládá do zásobníku. Toto pracoviště je umístěno na boční straně Zařízení 5, z kterého hotové díly přijíždějí na pásovém dopravníku přímo k pracovišti vizuální kontroly (Q). Dále je odebírá 1 operátor obsluhující montáž elektrických variant, který po montáži zakládá díly do testovacích zařízení (EOLT). Po úspěšně provedeném testu tentýž operátor ukládá opěrky do palety. V případě výroby manuálních variant opěrek obsluhuje operátor dvě pracoviště montáže a následně ukládá díly do palety.

### **Budoucí stav**

U nového rozmístění pracovišť se stroje navazující na Zařízení 5 redukují a posunou blíže k pracovnímu prostoru stroje, jak lze vidět na obrázku 83. Boční pracoviště kontroly (Q) bude zcela zrušeno a vizuální kontrolu zajistí 1 operátor obsluhující Zařízení 5. Tento operátor založí svařené díly na zásobník z kterého pak další operátor obsluhuje montážní a testovací pracoviště a následně ukládá hotové díly do palety.

**Tabulka 23 – Změny provedené u linky Zařízení 5**

<b>Stávající stav</b>	<b>Budoucí stav</b>
4 operátoři	2 operátoři
Nezávislá vizuální kontrola s jedním operátorem	Vizuální kontrolu provádí operátor Zařízení 5
2 zařízení montáže manuálních variant	1 zařízení montáže manuálních variant
3 testovací zařízení (EOLT)	2 testovací zařízení (EOLT)

Úpravy u Zařízení 14 nejsou plánovány, jelikož zařízení dosahuje požadovaného cíle celkové efektivity. Je ale zapotřebí zamezit výskytu nepojmenovaných a zpětně neidentifikovatelných prostojů. Pro je naplánován další workshop se seřizovači a mistry pro doplnění seznamu prostojů.

## 7 Přínos pro podnik a závěr

Každé zvyšování efektivity zařízení je pro společnost žádoucí. Analýzy této práce odhalily především nesrovnalosti v zapisování dat do výkazu práce. V období července a srpna probíhaly na obou zařízeních odstávky a úpravy, které výrazně ovlivnili jejich efektivitu.

---

### Zařízení 5

---

Do konce roku 2017 se trend efektivnosti zařízení snižoval z důvodu snižování odvolávek ze strany zákazníka. V plánovaných odstávkách došlo k redukci o paralelní Zařízení 9, které bylo přestavěno na výrobu opěrek pro projekt SPA a doplnilo tak Zařízení 14.

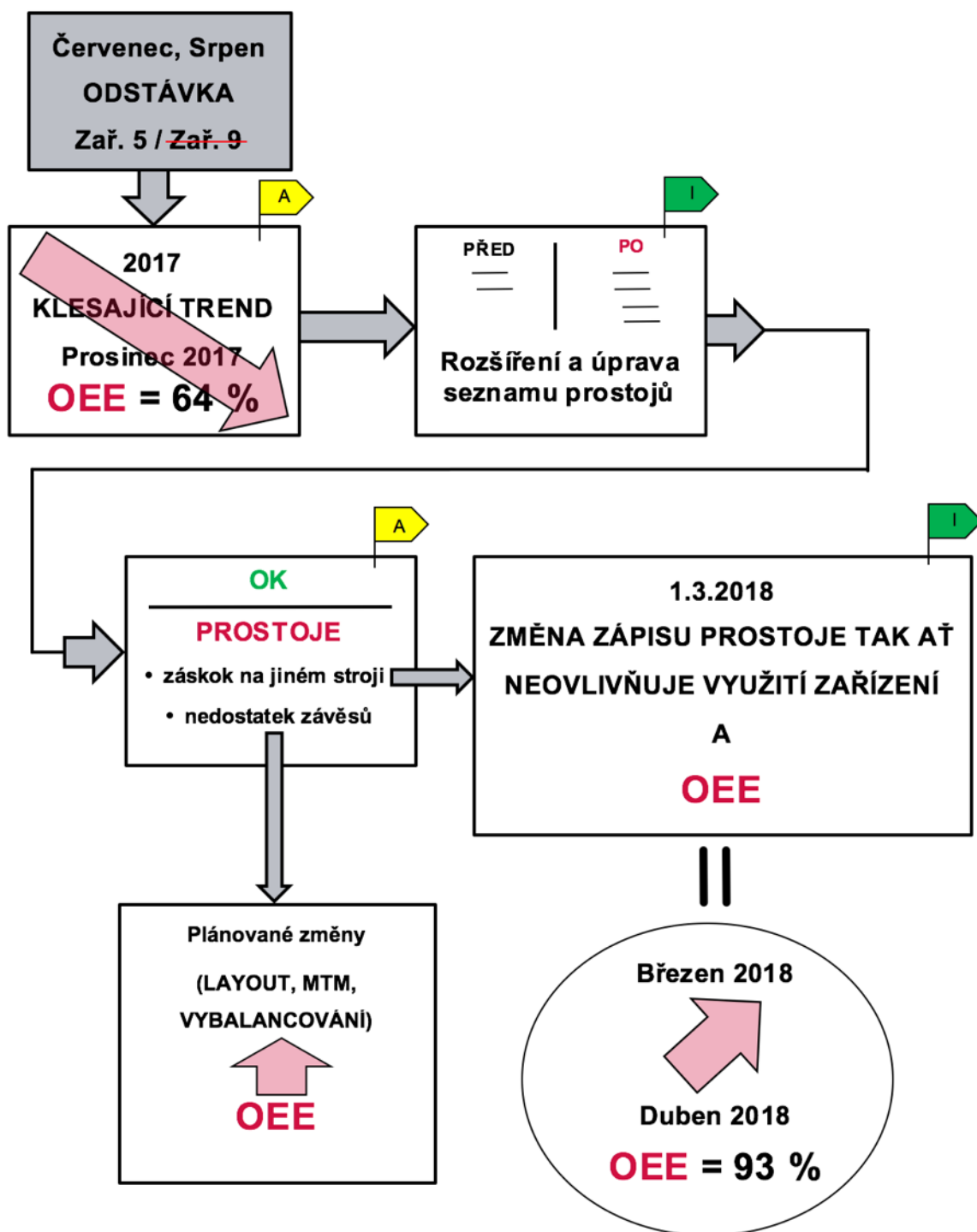
Byly proto provedeny analýzy, které odhalily četný pokles využití zařízení. Do výkazů práce byly zapisovány prostoje bez identifikace a nebylo tak možné zpětně a s přesností odhalit nejčastější výpadky. Na základě principu gemba byl na konci roku 2017 proveden workshop se seřizovači a mistry, kde se zpracoval nový seznam prostojů pro správné zapisování dat, tak aby se neidentifikovatelné výpadky již neobjevovaly. Při kontrole a následné analýze se jako nejčastější výpadek vyskytl **záskok na jiném stroji**, tzn. při dosažení plánu počtu vyrobených dílů se volný operátor využil u jiného zařízení. Začátkem března 2018 byla implementována změna zápisu tohoto výpadku, tak aby neovlivňoval využití zařízení a nezkresloval tak celkové OEE. Druhým nejčastějším prostojem byl **nedostatek závěsů** (zásobníků), ten je způsoben špatným vybalancováním linky navazujících zařízení. To je způsobeno úpravou výroby opěrek v období odstávek, kdy byla následná pracoviště montáže a testování pro projekt P311 zásobována díly od dvou strojů najednou (Zařízení 5 a 9). Nyní se plánuje změna rozmístění navazujících pracovišť a rozsáhlé úpravy (kap. 6), nové MTM analýzy a celkové vybalancování linky pro opěrky projektu P311. Celý proces je přehledně znázorněn na obrázku 83.

---

### Zařízení 14

---

Toto pracoviště bylo již ve zmíněné odstavce doplněno o přestavěné Zařízení 9. V tomto období došlo také o rozdělení celé linky, kdy se celková efektivita OEE přestala zaznamenávat a hodnotit společně. Proběhlo vybalancování linky, nové MTM analýzy a normování času práce (takt time). Kontrola monitorování OEE potvrdila správně nastavený proces výroby opěrek pro projekt SPA.



Obrázek 83 – Proces analýzy a změn u Zařízení 5

## Seznam použité literatury

- [1] KOŠTURIÁK, J; FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, 2006. Management studium. ISBN 80-86851-38-9.
- [2] The meaning and origin of the expression: Murphy's Law. *The Phrase Finder* [online]. Gary Martin, 2018 [vid. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.phrases.org.uk/meanings/murphys-law.html>
- [3] SEKINE, K.; ARAI, K. *TPM for the lean factory: innovative methods and worksheets for equipment management*. Portland, Or.: Productivity Press, c1998. ISBN 978-1-56327-191-5.
- [4] NEČAS, L. *Výzkum a studie ekonomické výhodnosti implementace TPM do praxe*. Autoreferát disertační práce. Ostrava: VŠB - Technická univerzita, 2013. ISBN 978-80-248-3097-1.
- [5] SCHUTTA, J. T. Business performance through lean six sigma: linking the knowledge worker, the twelve pillars, and Baldrige. *Milwaukee*, Wis.: ASQ Quality Press, c2006. ISBN 978-0-87389-658-0.
- [6] HART, R. Integrative Improvement Blog: When should DMAIC be your go-to problem-solving tool? *TRACC Solution* [online]. CCI All rights reserved, 2018, 2017-07-28 [vid. 2018-03-15]. Dostupné z: <https://traccsolution.com/blog/dmaic-problem-solving/>
- [7] Webové stránky společnosti
- [8] Interní materiály společnosti
- [9] Red Mercedes Benz CLA Car. *PurePNG* [online]. PurePNG, 2018 [vid. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://purepng.com/photo/227/transportation-cars-red-mercedes-benz-cla-car>
- [10] Benefits of One Piece Flow and How It Is Implemented. *Latest Quality* [online]. Latest Quality, 2018 [vid. 2018-02-24]. Dostupné z: <http://www.latestquality.com/one-piece-flow/>
- [11] DE ALMEIDA, D.; FERREIRA, J. Analysis of the Methods Time Measurement (MTM) Methodology through its Application in Manufacturing Companies. *Research Gate* [online]. 2009 [vid. 2018-03-01]. DOI: 10.13140. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/273508544\\_Analysis\\_of\\_the\\_Methods\\_Time\\_Measurement\\_MTM\\_Methodology\\_through\\_its\\_Application\\_in\\_Manufacturing\\_Companies](https://www.researchgate.net/publication/273508544_Analysis_of_the_Methods_Time_Measurement_MTM_Methodology_through_its_Application_in_Manufacturing_Companies)

- [12] Value Stream Map. *Micon Mittal Consultants and Enterprises* [online]. Mittal Consultants and Enterprises Co. [vid. 2018-02-24]. Dostupné z: <http://www.miconleansixsigma.com/value-stream-map.html>
- [13] Kaizen Foam Sheet. *Rutlands* [online]. Rutlands Limited, 2017 [vid. 2018-02-22]. Dostupné z: [http://www.rutlands.co.uk/sp+woodworking-hand-tools-tool-storage-tool-boxes-organisers-kaizen-foam-sheet-57mm-x-1200mm-x-600mm+m\\_dk6765](http://www.rutlands.co.uk/sp+woodworking-hand-tools-tool-storage-tool-boxes-organisers-kaizen-foam-sheet-57mm-x-1200mm-x-600mm+m_dk6765)
- [14] At Auto Shanghai 2015: “competence For Tomorrow’s Mobility”. *Littlegate Publishing* [online]. Littlegate Publishing, 2015 [vid. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.littlegatepublishing.com/2015/04/brose-at-auto-shanghai-2015-competence-for-tomorrows-mobility/>
- [15] HEBB, N. How to Create Spaghetti Diagrams with Excel. *BreezeTree Software* [online]. BreezeTree Software, 2018 [vid. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.breezetree.com/articles/spaghetti-diagram.htm>
- [16] Kimi Raikkonen pinpoints where Ferrari dropped the ball: motorsport. *News.com.au* [online]. News Limited Copyright, 2017 [vid. 2018-02-22]. Dostupné z: <http://www.news.com.au/sport/motorsport/formula-one/kimi-raikonen-pinpoints-where-ferrari-dropped-the-ball/news-story/ff6dc28e815db0d5654688e15d3ea18e>
- [17] Pracovní pokyn společnosti 081 – výpočet využití zařízení a OEE
- [18] ŠAJDLEROVÁ, I; KONEČNÝ, M. *Projektový management*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1686-9.
- [19] OEE report společnosti
- [20] Vnitropodnikový systém společnosti
- [21] Recognising reactions to change, and responding to them. *Elisabeth Goodman’s Blog* [online]. 2011 [cit. 2018-05-16]. Dostupné z: <https://elisabethgoodman.wordpress.com/2011/11/08/recognising-reactions-to-change-and-responding-to-them/>

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> – Základní prvky TPM.....	12
<b>Obrázek 2</b> – Výpočet ukazatele celkové efektivnosti zařízení OEE.....	16
<b>Obrázek 3</b> – Sledování a zvyšování OEE .....	17
<b>Obrázek 4</b> – Definování rozhraní mezi výrobou a údržbou.....	19
<b>Obrázek 5</b> – Princip definování strategie údržby .....	20
<b>Obrázek 6</b> – 5 cyklových kroků modelu DMAIC .....	22
<b>Obrázek 7</b> – Proces definování a klíčové faktory .....	22
<b>Obrázek 8</b> – Proces měření pro získání dat a informací o procesu .....	23
<b>Obrázek 9</b> – Proces jednotlivých fází analýzy .....	23
<b>Obrázek 10</b> – Proces jednotlivých fází zlepšování .....	24
<b>Obrázek 11</b> – Proces fáze kontroly .....	24
<b>Obrázek 12</b> – Dvacetilitrový kanýstr.....	25
<b>Obrázek 13</b> – Ilustrace produktové řady společnosti.....	25
<b>Obrázek 14</b> – Rozvoj společnosti 2008–2017 .....	26
<b>Obrázek 15</b> – Ilustrace interiéru závodu.....	27
<b>Obrázek 16</b> – Ilustrace inovací ve vývoji produktů .....	28
<b>Obrázek 17</b> – Ilustrace inovací ve výrobních technologiích.....	28
<b>Obrázek 18</b> – Některé z nástrojů VSS .....	32
<b>Obrázek 19</b> – PEP (proces vzniku výrobku) a sada nástrojů.....	32
<b>Obrázek 20</b> – Tvorba hodnot versus plýtvání.....	33
<b>Obrázek 21</b> – Konvenční a optimalizovaný proces .....	33
<b>Obrázek 22</b> – 6 základních principů VSS .....	34
<b>Obrázek 23</b> – One-Piece Flow (nahore) vs. nadprodukce (dole).....	35
<b>Obrázek 24</b> – Potenciál produktivity při použití MTM .....	36
<b>Obrázek 25</b> – Pět základních pohybů analyzovaných pomocí MTM .....	37
<b>Obrázek 26</b> – MTM analýza zasahující do PEP .....	38
<b>Obrázek 27</b> – Prokon – Jak lze zabránit problémům při montáži?.....	39



<b>Obrázek 28</b> – Prokon zasahující do PEP (zkušební uvolnění V0) .....	39
<b>Obrázek 29</b> – Hodnotový tok .....	40
<b>Obrázek 30</b> – 4 kroky vzniku VSM mapy .....	40
<b>Obrázek 31</b> – Základní symboly pro tvorbu VSM mapy .....	41
<b>Obrázek 32</b> - Náčrt VSM mapy skutečného stavu.....	41
<b>Obrázek 33</b> – Náčrt VSM mapy požadovaného stavu .....	42
<b>Obrázek 34</b> – Změny provedené v IBK projektu.....	43
<b>Obrázek 35</b> – Jednotlivé kroky metodologie 5S .....	44
<b>Obrázek 36</b> – Systematické uspořádání nářadí .....	45
<b>Obrázek 37</b> – Standardizace uspořádání palet na pracovišti .....	46
<b>Obrázek 38</b> – Příklad využití SMED .....	47
<b>Obrázek 39</b> – SMED – interní versus externí činnost.....	48
<b>Obrázek 40</b> – Ukázka tzv. špagetového diagramu.....	49
<b>Obrázek 41</b> – Zastávka F1 v boxu .....	50
<b>Obrázek 42</b> - Optimalizovaný postup změny varianty .....	50
<b>Obrázek 43</b> – Výpočet ukazatele OEE.....	51
<b>Obrázek 44</b> – Uvolnění série zasahující do PEP .....	52
<b>Obrázek 45</b> – Rozdělení úkolů – OEE .....	53
<b>Obrázek 46</b> – PDCA cyklus .....	54
<b>Obrázek 47</b> – Příklad uplatnění KVP v praxi .....	55
<b>Obrázek 48</b> – ZPS – procesní postup zaznamenávání OEE.....	59
<b>Obrázek 49</b> – Dodavatelský řetězec společnosti.....	64
<b>Obrázek 50</b> – Funkce sedadla .....	65
<b>Obrázek 51</b> – Ilustrační struktura .....	65
<b>Obrázek 52</b> – Ilustrace svařovacího zařízení .....	65
<b>Obrázek 53</b> – Svařovací přípravek a výsledné svařence.....	66
<b>Obrázek 54</b> – Pozice svarů sestavy opěrky .....	67
<b>Obrázek 55</b> – DMAIC proces .....	68

<b>Obrázek 56</b> – Příklad OEE reportu v MS Excel .....	69
<b>Obrázek 57</b> – Monitorování zařízení pomocí vnitropodnikového systému .....	69
<b>Obrázek 58</b> – Monitorování zařízení s využitím grafů .....	70
<b>Obrázek 59</b> – Monitorování aktuálního stavu zařízení .....	70
<b>Obrázek 60</b> – Monitorování aktuální směny v LMS .....	71
<b>Obrázek 61</b> – Metoda označování milníků .....	72
<b>Obrázek 62</b> – Zařízení 5 OEE 2017 .....	73
<b>Obrázek 63</b> – Zařízení 5 Utilization/Performance/Quality 2017 .....	74
<b>Obrázek 64</b> – Zařízení 5 Downtimes 2017 .....	74
<b>Obrázek 65</b> – Paretova analýza 1 – organizační prostoje Zařízení 5 2017 .....	76
<b>Obrázek 66</b> – Paretova analýza 2 – technické prostoje Zařízení 5 2017 .....	78
<b>Obrázek 67</b> – Porovnání plánovaného vs. vyrobeného počtu dílů Zařízení 5 2017 .....	79
<b>Obrázek 68</b> – Změna provedená v seznamu prostojů .....	80
<b>Obrázek 69</b> – Zařízení 14 OEE 2017 .....	81
<b>Obrázek 70</b> – Zařízení 14 Utilization/Performance/Quality 2017 .....	82
<b>Obrázek 71</b> – Porovnání plánovaného vs. vyrobeného počtu dílů Zařízení 14 2017 .....	83
<b>Obrázek 72</b> – Zařízení 5 OEE 2018 .....	84
<b>Obrázek 73</b> – Zařízení 5 Utilization/Performance/Quality 2018 .....	85
<b>Obrázek 74</b> - Paretova analýza – organizační prostoje zařízení 5 2018 .....	87
<b>Obrázek 75</b> – Zapisování záskoku na jiném stroji před úpravou .....	88
<b>Obrázek 76</b> - Zapisování záskoku na jiném stroji po úpravě .....	89
<b>Obrázek 77</b> – Zařízení 14 OEE 2018 .....	90
<b>Obrázek 78</b> – Zařízení 14 Utilization/Performance/Quality 2018 .....	91
<b>Obrázek 79</b> – Zařízení 14 Downtimes 2018 .....	91
<b>Obrázek 80</b> - Paretova analýza – organizační prostoje Zařízení 14 2018 .....	93
<b>Obrázek 81</b> – Křivka reakce člověka na změnu .....	93
<b>Obrázek 82</b> – Přemístění linky Zařízení 5 .....	94
<b>Obrázek 83</b> – Proces analýzy a změn u Zařízení 5 .....	97

## Seznam tabulek

<b>Tabulka 1</b> – Charakteristika prvků TPM .....	13
<b>Tabulka 2</b> – Rozdělení činností při budování TPM.....	14
<b>Tabulka 3</b> – Základní informace o závodu v České republice .....	29
<b>Tabulka 4</b> – Základní informace o zásadách kvality.....	30
<b>Tabulka 5</b> – Výsledek spolupráce firmy s Toyotou.....	31
<b>Tabulka 6</b> – Příklad analýzy SMED workshopu .....	49
<b>Tabulka 7</b> – Výpočet TEE a OEE dle podnikové směrnice.....	56
<b>Tabulka 8</b> – Rozvrh přestávek a čištění na Remotelaser .....	67
<b>Tabulka 9</b> – Data Zařízení 5 2017 .....	72
<b>Tabulka 10</b> – Organizační prostoje Zařízení 5 2017 .....	75
<b>Tabulka 11</b> – Četnost organizačních prostoje Zařízení 5 2017 .....	76
<b>Tabulka 12</b> – Technické prostoje Zařízení 5 2017 .....	77
<b>Tabulka 13</b> – Četnost technických prostoje Zařízení 5 2017 .....	77
<b>Tabulka 14</b> – Zařízení 5 plánovaný vs. vyrobený počet dílů 2017 .....	78
<b>Tabulka 15</b> – Data Zařízení 14 2017 .....	81
<b>Tabulka 16</b> – Zařízení 14 plánovaný vs. vyrobený počet dílů 2017 .....	82
<b>Tabulka 17</b> – Zařízení 5 data 2018 .....	84
<b>Tabulka 18</b> – Organizační prostoje Zařízení 5 2018 .....	86
<b>Tabulka 19</b> – Četnost organizačních prostoje Zařízení 5 2018 .....	86
<b>Tabulka 20</b> – Zařízení 14 data 2018 .....	90
<b>Tabulka 21</b> – Organizační prostoje na zařízení 14 2018 .....	92
<b>Tabulka 22</b> – Četnost organizačních prostoje Zařízení 14 2018 .....	92
<b>Tabulka 23</b> – Změny provedené u linky Zařízení 5 .....	95

Poděkování patří Ing. Vladimíře Schindlerové, Ph.D. a Ing. Ivaně Šajdlerové, Ph.D. z katedry mechanické technologie za odborné rady při tvorbě diplomové práce a za to, že mi byly oporou a nikdy to se mnou nevzdávaly. Díky patří také všem vyučujícím a kolegům z VŠB-TU Ostrava, se kterými jsem se za dobu svého studia setkal.

Děkuji také nejmenované společnosti za poskytnutí podkladů pro sepsání této práce, všem kolegům z týmu MS2 a ostatním pracovníkům. Především týmovému vedoucímu panu Jeřábkovi za vstřícnost a oporu a také mému mentorovi panu Třeštíkovi za přátelský přístup a konzultace.